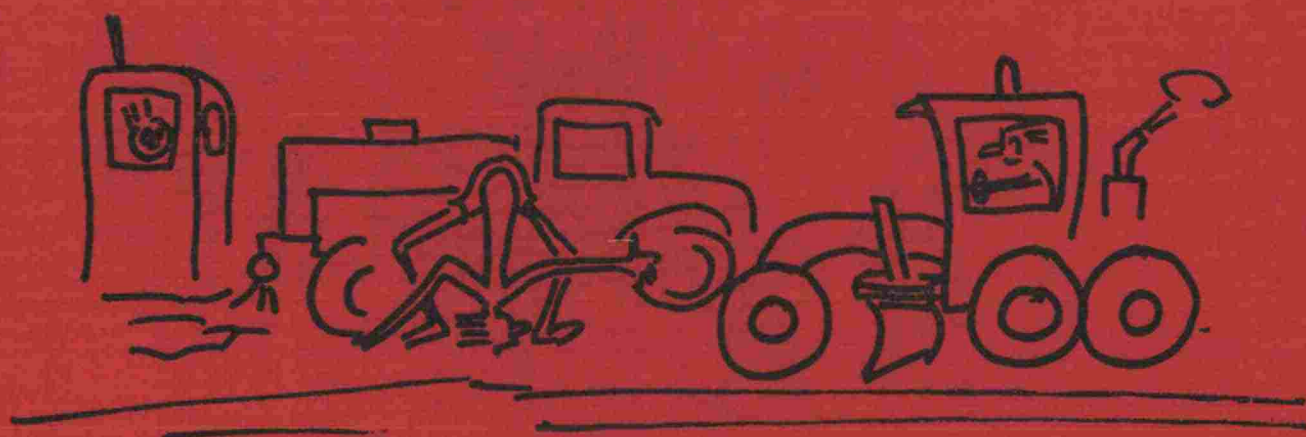


SITOMATTOMAN KERROKSEN VIIMEISTELY JA KUNNOSSAPITO



TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
JÄRJESTELYTOIMISTO 1970

TVH n:o 2.832 A4

17267

08

TIE

NEVALA



Kiitän prof. J. Hyyppää työni johdonmukaisesta valvonnasta ja ohjauksesta sekä tie- ja vesirakennushallituksen järjestytoimiston tstoins. Kankaista ja ins. Toivosta heiltä saamistani asiantuntevista neuvoista sekä aineistosta, johon tutkimukseni perustuu.

Kiitän Suomen Tieyhdistystä ja Kielitoimistoa terminologisista ohjeista. Lopuksi kiitän Uudenmaan tie- ja vesirakennuspiiriä ja niitä piirin henkilöitä, jotka ovat antaneet ohjeita ja apua tämän tutkimuksen teossa.

NEVALA

11E-JA VESIRAKENNUSHALLITUKSEN KIRJASTO

17267

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
2. TUTKIMUSMATERIAALI	11
2.1 TUTKIMUSOHJEET	11
2.2 MATERIAALIN KERÄYS	15
2.3 MATERIAALIN LAAJUUS	16
2.4 MATERIAALIN LUOTETTAVUUS	17
3. TUTKIMUSMENETELMÄT	22
3.1 TUTKIMUSMENETELMÄT	22
3.11 Prosessitutkimus	22
3.12 Menekkitutkimus	23
3.13 Lisäaikatutkimus	24
3.14 Kapasiteettitutkimus	24
3.2 KAPASITEETIT JA STANDARDIT	25
4. TUTKIMUSTULOKSET	29
4.1 SITOMATTOMAN KERROKSEN KUNNOSSAPITO	29
4.11 Kapasiteetit ja aikakertoimet	29
4.111 Tasoitus	29
4.112 Kastelu	36
4.113 Suolaus	44
4.114 Kunnossapitotiivistys	48
4.12 Kunnossapitotyömäärät ja materiaali menekki	49
4.121 Tasoitus	50
4.122 Pölynsidonta	51
4.123 Tiivistys	55
4.2 SITOMATTOMAN KERROKSEN VIIMEISTELY	55

4.21 k a p a s i t e e t i t j a a i k a - k e r t o i m e t	56
4.211 Tasoitus	56
4.212 Kastelu	68
4.213 Tiivistys	70
5. T U T K I M U S T U L O S T E N T A R K A S T E - L U A	72
5.1 KUNNOSSAPITOTYÖT	72
5.2 KUNNOSSAPITOSTANDARDIT	79
5.3 VIIMEISTELYTYÖT	87
5.4 VIIMEISTELYSTANDARDIT	91
6. Y H T E E N V E T O	95
K I R J A L L I S U U S L U E T T E L O	97
L I I T T E E T	

1. J O H D A N T O

Keväällä 1969 tie- ja vesirakennushallitus siirsi alkukesällä aloitettaviksi suunniteltujen päällystystöiden toteuttamisajan-kohtaa myöhäisemmäksi silloisen rahoitustilanteen takia. Tästä syystä oli odotettavissa jo valmistuneiden tai valmistumassa olevien sitomattomien kerrosrakenteiden ylimääräistä kunnossapitotyötä. Koska odotettavissa olevien töiden ja tömäärien ennakoarviointia varten ei ollut käytettävissä luotettavaa tietoa, päätettiin järjestää sitomattoman kerroksen kunnossapitoa selvittävä ja kartoittava tutkimus, joka ulotettiin samalla käsittämään viimeistelytyöt. Päätaavoitteeksi asetettiin työnsuunnittelussa tarvittavien seikkojen selvittäminen. Tässä tutkimuksessa on siis päähuomio kiinnitetty seuraaviin asioihin:

- 1) työtahtaumiin ja työmenetelmiin
- 2) tarvittaviin resursseihin
- 3) materiaali- ja aikamenekeihin
- 4) kapasiteetteihin

Tutkimustulosten perusteella on tarkoitus laatia alustavat kunnossapito- ja viimeistelytöitä koskevat standardit ja ohjeet tutkittujen töiden yhdenmukaistamiseksi ja tehostamiseksi sekä edullisimpien suoritustapojen valitsemiseksi.

Tutkimus rajoitetaan koskemaan pääasiassa kantavan kerroksen sitomattoman osan viimeistelyä ja kunnossapitoa. Raja us ei ole ehdoton, vaan myös jakavalta kerrokselta saatua aineistoa

(pölynsidonta) käytetään soveltuvin osin tutkimusmateriaalin tukena. Vastaavasti voidaan saatuja tuloksia käytetystä materiaalista, työn luonteesta t.m.s. seikoista riippuen harkiten soveltaa myös jakavalle kerrokselle.

Selvityksen piiriin kuuluviksi luetaan ne kerroksen liikennöitävyyden tai laadun parantamiseksi tehtävät työt, jotka suoritetaan seuraavien tapahtumien välisenä aikana:

- 1) kerros on kerran tiivistetty lopulliseen korkeuteen ja
- 2) seuraavan rakennekerroksen teko poikkileikkauksessa alkaa.

Lisäksi on oleellista, että tutkimus rajoitetaan koskemaan pelkästään yleisellä liikenteellä olevia tienrakennustyömaita.

Tutkimus jakaantuu luonteeltaan kahteen erilaatuiseen aihepiiriin, kunnossapitoon ja viimeistelyyn. Kunnossapitotöihin kuuluviksi luetaan:

- 1) kunnossapitotasointus
- 2) pölynsidonta
- 3) kunnossapitotiivistys

Viimeistelytöihin katsotaan kuuluviksi:

- 1) viimeistelytasointus ja muotoilu
- 2) kastelu
- 3) viimeistelytiivistys
- 4) laadunvalvonta (jota tässä tutkimuksessa ei käsitellä aineiston puuttumisen takia)

TERMINOLOGIA

Yleistä

Toimintayksikön tai toimintavälineen tehtävän suorittamiseen käyttämä aika sisältää sekä varsinaista työtä edistävää toimintaa, että olosuhteista tai työmenetelmistä johtuvia lisäaikoja.

Riippuen siitä, mitä toimintoja sisältäviä aikoja tarkastellaan, erotetaan seuraavat aikakäsitteet:

- 1) perusaika
- 2) menetelmäaika
- 3) käyttöaika
- 4) työnvaihe-aika
- 5) varattu aika
- 6) kokonaisaika

PERUSAIKA (T1-aika): Perusaika on se aika, jonka kuluessa kone tai muu toimintaväline suorittaa sellaisen osan työsuorituksesta, mikä kyseisessä työssä kaikilla työmenetelmillä on lähes sama. Perusaikaan sisältyy kaikki ne tehtävä- ja liikesarjat, jotka kuuluvat varsinaisen perustyön suorittamiseen. (3)

MENETELMÄAIKA (T2-aika): Menetelmäaika on se aika, jonka kone tai toimintayksikkö käyttää varsinaiseen työnsuoritukseen tietyllä työmenetelmällä. Menetelmäaika on perusajan ja työmenetelmästä johtuvien lisäaikojen (TL2-aika) summa. (3)

KÄYTTÖAIKA (T3-aika): Menetelmäajan ja työmaan olosuhteista

johtuvien alle yhden tunnin pituisten työn keskeytysten, eli käytön lisääajan summa (TL3) on käyttöaika, käytön lisääajan aikana suoritettävä ei kasva. (3)

TYÖVAIHEAIKA (T4-aika): Työnvaihe aika on se aika, minkä toimintayksikkö käyttää tietyn työnvaiheen suorittamiseen. Työnvaihe aika on käyttöajan ja työnvaiheen lisääajan summa. Työnvaiheen lisääaikaan katsotaan kuuluvaksi yli yhden tunnin pituiset työskentelyn keskeytykset. (3)

VARATTU AIKA (T5-aika): Varatulla ajalla tarkoitetaan sitä aikaa, jonka toimintayksikkö on varattuna tehtävän toteuttamista varten. Varattu aika sisältää työnvaiheajat sekä huolto- ja erilaisia seisonta-aikoja. (3)

KOKONAISAIKA (T6-aika): Kokonaisajalla tarkoitetaan kalenterivuoden pituista aikaa ja se sisältää varatut ajat, sekä huolto- ja korjausajat. (3)

AIKAMENEKKI: Aikamenekillä tarkoitetaan sitä kokonaisaika, minkä tuotantoväline tai toimintayksikkö työskentelee tietyssä työssä. On olemassa kolmenlaisia aikamenekkejä: henkilö-, kone- sekä ryhmäaika. (3)

TYÖNKESTO: Työnkestolla tarkoitetaan sitä työskentelyyn kuluva kalenteriaikaa, mikä kuluu työn aloittamishetkestä työn lopettamishetkeen ja miksi ajaksi työlle on varattava resursseja.

K A P A S I T E E T T I K Ä S I T T E E T

Yleistä

Käsite KAPASITEETTI on toimintayksikön suoritekyvyn mitta, eli suoritemäärä jaettuna tehtävään käytetyllä ajalla. Riippuen siitä, mitä lisäaikoja luetaan suoritusaikaan kuuluvaksi, saadaan erilaisia kapasiteetteja. Käytetystä ajasta ilmenee, onko kysymyksessä hetkellinen maksimikapasiteetti, vai sisältääkö se työmenetelmästä tai olosuhteista johtuvia tekijöitä. Seuraavat kapasiteettikäsitteet ovat käytössä:

- 1) peruskapasiteetti
- 2) menetelmäkapasiteetti
- 3) käyttökapasiteetti
- 4) työnvaiheen kapasiteetti

PERUSKAPASITEETTI (K1-kapasiteetti): Peruskapasiteetti on suoritemäärä jaettuna perusajalla. (3)

MENETELMÄKAPASITEETTI (K2-kapasiteetti): Menetelmäkapasiteetti on suoritemäärä jaettuna menetelmäajalla. (3)

KÄYTTÖKAPASITEETTI (K3-kapasiteetti): Käyttökapasiteetti on suoritemäärä jaettuna käyttöajalla. (3)

TYÖNVAIHEKAPASITEETTI (K4-kapasiteetti): Työnvaihekapasiteetti on suoritemäärä jaettuna työnvaiheajalla. (1)

Y K S I K K Ö A I K A J A A I K A K E R T O I M E T

YKSIKKÖAIKA: Yksikköaika on kapasiteetin käänteisluku. Yksikköaika ilmoittaa, kuinka paljon tuotantoväline kuluttaa

aikaa suoriteyksikköä kohti. (3)

Kapasiteettejä vastaavasti jaettavasta ajasta riippuen saadaan seuraavat yksikköaikakäsitteet

- 1) perusyksikköaika
- 2) menetelmäyksikköaika
- 3) käyttöyksikköaika
- 4) työnvaiheen yksikköaika

Kertomalla suoritemäärä yksikköajalla saadaan aikamenekki (henkilö- tai koneaika).

Aika- eli kapasiteettikertoimet

Aikakertoimet ovat eri aikojen ja kapasiteettien riippuvuuksia.

MENETELMÄKERROIN (C1-kerroin): Menetelmäkerroin on menetelmäaika jaettuna perusajalla, eli peruskapasiteetti jaettuna menetelmäkapasiteetilla. (3)

KÄYTTÖKERROIN (C2-kerroin): Käyttökerroin on käytön lisäaika jaettuna käyttöajalla. Kapasiteettien avulla käyttökerroin saadaan lasketuksi kaavasta $C2 = \frac{1-K3}{K2}$. (3)

M Ä Ä R Ä K Ä S I T T E E T

Tilavuusyksiköt

Maamassojen käsittelyvaiheesta ja määrien mittaustavasta riippuen käytetään seuraavia tilavuusmittayksiköitä:

- | | |
|--------------------------------|--------------------|
| 1) teoreettinen kiintotilavuus | m ³ ctr |
| 2) todellinen kiintotilavuus | m ³ ktd |
| 3) teoreettinen irtotilavuus | m ³ itr |

- | | |
|---------------------------------|-------|
| 4) todellinen irtotilavuus | m3itd |
| 5) teoreettinen rakennetilavuus | m3rtr |
| 6) todellinen rakennetilavuus | m3rtd |

TEOREETTINEN KIINTOTILAVUUS (m3ktr): Teoreettinen kiintotilavuus on massan tilavuus luonnontilassa mitattuna teoreettisten poikkileikkausten mukaan. (7)

TODELLINEN KIINTOTILAVUUS (m3ktd): Todellinen kiintotilavuus on massan tilavuus luonnontilassa mitattuna todellisten poikkileikkausten mukaan. (7)

TEOREETTINEN IRTOTILAVUUS (m3itr): Teoreettinen irtotilavuus on massan teoreettinen kiintotilavuus kerrottuna tiettyä käsittelyvaihetta vastaavalla löyhtymiskertoimella. (7)

TODELLINEN IRTOTILAVUUS (m3itd): Todellinen irtotilavuus on massan todellinen tilavuus kuormattuna auton lavalla ennen kuljetusta. (7)

TEOREETTINEN RAKENNETILAVUUS (m3rtr): Teoreettinen rakennetilavuus on massan tilavuus rakenteessa mitattuna teoreettisten poikkileikkausten mukaan. (7)

TODELLINEN RAKENNETILAVUUS (m3rtd): Todellisella rakennetilavuudella tarkoitetaan massan tilavuutta rakenteessa mitattuna todellisten poikkileikkausten mukaan. (7)

Pinta-alayksiköt:

Pinta-alan määrittäytävasta riippuen erotetaan seuraavat pinta-alakäsitteet:

1) teoreettinen pinta-ala m^2_{tr}

2) todellinen pinta-ala m^2_{td}

TEOREETTINEN PINTA-ala (m^2_{tr}): Teoreettisella pinta-alalla tarkoitetaan rakenteen pinta-alaa määrättynä teoreettisten mittojen mukaan.

TODELLINEN PINTA-ALA (m^2_{td}): Todellinen pinta-ala on rakenteen pinta-ala määrättynä valmiin rakenteen todellisten mittojen mukaan.

KERROKSEN KUNNOSSAPITO JA VIIMEISTELY

Tätä tutkimusta varten hankitun perusaineiston käsittelemistä ja tutkimustulosten käytäntöön soveltamista varten määritellään käsitteet "kerroksen kunnossapito" ja "kantavan kerroksen viimeistely" seuraavasti:

KERROKSEN KUNNOSSAPITO: Kerroksen kunnossapidolla ymmärretään niitä jatkuvia tai toistuvia töitä, jotka on tehtävä sitomattoman kerroksen pitämiseksi liikennöitävässä kunnossaan jälkeen, kun kerros on ajettu ja tiivistetty täyteen korkeuteen. Kunnossapitotyöt katsotaan päättyneiksi, kun seuraava rakennusvaihe, eli kerroksen viimeistely, alkaa.

Määritelmän mukaan kunnossapitotyöt tarkoittavat liikenteen ja sään aiheuttamien, liikennettä haittaavien tekijöiden poistamista määritelmän edellyttämässä olosuhteissa. Tällaisia töitä ovat mm. liikennekuoppien tasoitus, irtokivien poistaminen tai kiinnijyrääminen ja pölynsidonta.

KANTAVAN KERROKSEN VIIMEISTELY: Kantavan kerroksen viimeistelyllä tarkoitetaan kerran lopulliseen korkeuteen ja tiiveyteen rakennetun kantavan kerroksen sitomattoman osan saattamista TVH:n laatuvaatimusten edellyttämään kuntoon sidotun kerroksen tai päällysteen rakentamista varten.

Kantavan kerroksen viimeistelyyn kuuluu mm. tasaisuus- ja korkeusvirheiden korjaus, irrallisen kiviaineksen kiinnijyräys ja laadunvalvonnan edellyttämät mittaukset ja määritykset.

Viimeistelytöitä aiheuttavia tekijöitä ovat mm. ensimmäisen tasauksen suurpiirteisyyden, tiivistyksen aiheuttamat tasaisuuden, muodon ja korkeuden muutokset, sekä liikenteen ja sään aiheuttamat vastaavat tekijät. Huomattava on, että se, tavallaan kunnossapidoksi luettava lisätyö, minkä yleinen liikenne aiheuttaa viimeistelytöiden aikana, on tässä tutkimuksessa luettu viimeistelytöihin kuuluvaksi.

M U U T T E R M I T

Tiehöylän kapasiteettikäsitteiden täsmentämiseksi on tarpeen määritellä terä- ja tasoituskapasiteetit sekä näiden suhde.

TERÄKAPASITEETTI: Teräkapasiteetti on tiehöylän terän leveyden ja tasausmatkan tulo jaettuna tasaukseen käytetyllä ajalla.

TASOITUSKAPASITEETTI: Tasoituskapasiteetti on valmistuneen kerroksen pinta-alan ja tasoitukseen käytetyn ajan osamäärä.

TASOITUSKERTOJEN LUKUMÄÄRÄ: Tasoituskertojen lukumäärä on teräkapasiteetin ja tasoituskapasiteetin osamäärä. Tasoituskertojen lukumäärä on tiehöylän terän leveys kertaa tasoitusmatka jaettuna valmistuneella pinta-alalla, eli teräkapasiteetti jaettuna tasoituskapasiteetilla. Vastaavasti teräkapasiteetin ja tasoituskertojen lukumäärän osamäärä on tasoituskapasiteetti.

TOISTUVUUS: Toistuvuus on työnvaihekertojen uusiutumistiheys aikayksikössä (työvaihe kpl/kk). Toistuvuus ilmoittaa, kuinka monta kertaa kuukaudessa kyseistä työtä vallitsevissa olosuhteissa keskimäärin on tehty.

2. TUTKIMUSMATERIAALI

2.1 Tutkimusohjeet

Aloitteen tämän tutkimuksen suorittamiseksi on tehnyt tie- ja vesirakennushallituksen järjestelytoimisto. Seuraavassa esitetään maastotutkimusten suorittamiseksi annetut ohjeet sellaisina kuin järjestelytoimisto on antanut ne tie- ja vesirakennuslaitoksen piirien työntutkimustoimistoille.

Tutkimuksesta on käytetty työnimeä "kesän 1969 kerrosten kunnossapito".

Tutkimuksen suoritus aloitetaan siitä, kun tutkittava kerros on ajettu ensimmäisen kerran täyteen tai, kun kerroksen päälle lasketaan liikenne ja lopetetaan silloin kun kulutuskerroksen teko alkaa tai, noin kuukauden kuluttua tutkimuksen alkamisesta.

Tutkimuskohde pyritään valitsemaan siten että koko päällystettävä tienosa on mahdollista tutkia. Jos tien osa on yli 10 km pituinen voidaan siitä harkinnan mukaan valita tutkittavaksi 5 - 6 km pituinen selvästi rajattavissa ja myös tutkittavissa oleva alue (sillasta-risteykseen).

Tutkittavat työvaiheet ovat liitteessä 1

Tutkimus suoritetaan työvaiheittain. Tutkimuksen yhteydessä selvitetään lisäksi eri työvaiheet menekkikapasiteetti tai lisäaikatutkimuksen luontoisena kapasiteettitutkimuksena seuraavista kohteista:

1) linja-autopysäkkejä	2 kpl
2) maitolaitureita	2 "
3) risteyksiä	
1000 m ²	1 "
1000 "	2 "

Kesän kerrosten kunnossapitotutkimuksen yhteydessä selvitetään seuraavat tiedot:

1) liikenteen määrä hay/vrk (esim. vuoden 1968 tai 1967 liikennelaskennan tuloksista).

2) tutkimusajan sää
lämpötilan keskiarvo ja
ääriarvot

Sateisuus: sadepäiviä	kpl
pilvipoutia	kpl
aurinkoisia päiviä	kpl

3) tutkittava tieosa	pituus	km	
	leveys	m	
	liittymiä	kpl	m ²
	risteyksiä	kpl	m ²
	linja-autopy-		
	säkkejä	kpl	m ²
	maitolaitureita	kpl	m ²
	maanteitä		m ²

Pinta-alat selvitetään suunnitelmista saatavalla tarkkuudella.

4) Kunnossapitoon käytetty materiaali

kerrokseen tuotu kiviaines	m ³ itd
kerroksessa toiseen kohtaan siirretty kiviaines	m ³ itd

kasteluun käytetty vesimäärä m³

muut mahdolliset materiaalienekit

- 5) Kunnossapitoon käytetyt tunnit työnvaiheittain laskettuna tutkimustuloksista eri resursseille sekä työvuoron pituus (normaali työvuoro ilman ylityötunteja esim. 8 h, 10 h, 2 x 8 h, 3 x 8 h)

Tutkimustulokset esitetään ja tutkitaan seuraavasti:

- 1) tie-aikakaavio
- 2) menekkitutkimus (2.2)
- 3) lisäaikatutkimus (1.2)
- 4) menetelmäkapasiteettitutkimus (1.1)

Tieaikakaavio

Tieaikakaaviolla selvitetään seuraavat tiedot

- työvaiheiden niveltyminen toisiinsa
- työvaiheen toistuminen samalla tienkohdalla
- aikaväli jolloin tienkohdalla ei suoriteta työtä

Tie-aikakaaviosta tulee ilmetä seuraavat tiedot

- 1) työnvaihe (väriä tai viivan muotoa muuntamalla esim. - - - - tai -, -, -, -,)
- 2) tutkimusnumero jossa työnvaihetta koskeva tieto on esitetty viivan yläpuolelle
- 3) päivämäärä ja päivän sää keskimääräisenä (lämpötila sekä sateisuus) sateisuus ilmaistaan kirjaimin: sataa S, pilvipouta P, aurinkoiset A)
- 4) kilometripaalu
- 5) tien pituus leikkaus josta ilmenee penkereen korkeus 20 cm

tarkkuudella sekä liittyvien yms. sijainti

6) kastelusta ja jyräyksestä tehdään erikseen tie-aikakaavio

Mittakaava on tie-aikakaaviossa 1 cm 1 pv

1 cm 100 m

- tarkkuus on "noin" tarkkuus koska ei tie-aikakaaviosta mitata yhtään mitään

Menekkitutkimukset tehdään liitteessä 1 olevista työnvaiheista sikäli kuin niitä esiintyy tutkittavalla tienosalla. Menekkitutkimuskaavake käytetään erikseen joka kerta kun samalla kohdalla työskennellään ja työnvaiheen perään merkitään järjestyyluku (esim. tasaus 3 jne)

Uudeksi työskentelykerroiksi katsotaan se että työskentely on ollut keskeytettynä a.o. kohdalla yhden tai useamman työvuoron ajan.

Lisäaikatutkimukset kohdistetaan seuraaviin työnvaiheisiin.

- 1) kerrosten levitys
- 2) tasaua
- 3) kastelu
- 4) jyräys
- 5) suolaus

Lisäaikatutkimuksen mukaan liitetään myös tietokoneen keskimääräisestä kulkunopeudesta. Liitteessä 2 on esitetty ohjeet lisäaikatutkimuksen suorittamisesta tiehöylästä kerroksen tasauksessa.

Eri työnvaiheista esitetään kunnollinen työnkuvaus, johon sisältyy koneen yleensä käyttämä työskentelyrata kaaviona.

Kun koneen työskentelytavassa esiintyy oleellinen muutos ilmaistaan aikamenekki eri kaavakkeella.

Kuormauksesta ja kuljetuksesta ei tarvitse suorittaa kapasiteettitutkimuksia.

Jos tutkimus keskeytetään ennen kuin päällysteen levitys alkaa on työnvalmiusaste selvitettävä vaaituksen avulla.

Tutkimukseen liittyvät kysymykset on syytä lähettää mahdollisimman pian järjestelytoimistoon, josta vastaukset ilmoitetaan kaikille piireille samanlaisina.

Edellä esitettyihin tutkimusohjeisiin on liitteenä sisällytetty täydellinen dimensioluettelo. Lisäksi on tutkimusta johtanut insinööri tarvittaessa antanut työntutkijoille lisäohjeita eteen tulleiden pulmakysymysten ratkaisemiseksi tai lisätutkimusten suorittamiseksi.

2.2. M a t e r i a a l i n k e r ä ä m i n e n

Tämän tutkimuksen perustana olevan työntutkimusmateriaalin ovat keränneet 1.5. - 1.10.1969 tie- ja vesirakennuslaitoksen työntutkimustoimistot. Pääasiassa aineisto on kuitenkin koottu varsinaisena kesä kautena 1.6 - 1.10. Kenttätutkimustulokset on arkistoitu TVH:n järjestelytoimistossa.

Maastohavainnot on pyritty suorittamaan edellä kohdassa 2.1 esitettyjen ohjeiden mukaan. Ohjeissa pyydettyjen selvitysten lisäksi on tehty erillinen tutkimus kastelun keikka-ajoista sekä vertaileva selvitys eri pölynsidontatapojen taloudellisuudesta.

Varsinaisesti tätä tutkimusta varten tehtyjen maastotutkimusten lisäksi on käytetty soveltuvin osin niitä TVL:n tekemiä tutkimuksia, jotka koskevat saviorateiden kunnossapitoa.

2.3. M a t e r i a a l i n l a a j u u s

Tämä tutkimus perustuu tie- ja vesirakennuslaitoksen 8 eri piirin 10 työmaalla tehtyihin prosessitutkimuksiin. Työmaiden yhteenlaskettu pituus on 93 km ja tutkimusten kokonaiskesto n. 1,5 vuotta. Keskimääräinen prosessitutkimuksen kesto on ollut 1,8 kk. ja työntutkijain yhteenlaskettu aikamenekki noin yksi työvuosi.

Kenttämateriaaliin sisältyy n. 20 % tähän tutkimukseen kuulumatonta, kerroksen rakentamista koskevaa aineistoa. Tämä on aiheutunut osittain tutkimusohjeiden määräämästä tutkimusajan kohdan rajaamisesta. Materiaalin heterogeenisuudesta johtuen on aineisto jouduttu valikoimaan. Suoritetun karsinnan jälkeen on tämän tutkimuksen perustaksi hyväksytty taulukossa 2.3 a esitetyt määrät menekki- ja lisäaikatutkimuksia.

Taulukko 2.3 a. Sitomattoman kerroksen kunnossapito- ja viimeistelytutkimusten lukumäärät

	Tutkimus- kohde	Työmaita	Tutkimuslaji		Tutkimuksia yht (kpl)
			menekki	lisäaika	
Kunnossa- pito	Tasointus	5	22	10	32
	Kastelu	5	20	7	27
	Suolaus	4	7	-	7
	Tiivistys	4	17	-	17
	Yht.	10	66	17	83
Viimeis- tely	Tasointus	8	22	16	38
	Kastelu	5	6	7	13
	Tiivistys	5	8	7	15
	Yht.	10	36	30	66
Y h t e e n s ä		10	102	47	149

Taulukossa esitettyjen osatutkimusten kestot vaihtelevat 1-20 työvuoroon.

Edellä esitettyjen tutkimusten lisäksi on käytettävissä kunnossapitokastelusta tehty erillinen keikka-aikatutkimus sekä savisorateilla tehtyjä menekkitutkimuksia. Viimeksi mainituista on tähän tutkimukseen voitu ottaa mukaan 11 kpl suolaustutkimuksia.

Tutkimusmateriaali on todettava siksi heterogeeniseksi, että eri tuloksiin johtaneita materiaalmääriä ei tässä yhteydessä katsota aiheelliseksi käsitellä. Sensijaan pyritään käsittelyn yhteydessä erikseen kunkin tuloksen kohdalla antamaan selvitys tulokseen johtaneen tutkimusmateriaalin laajuudesta. Lisäksi on tärkeimpien tutkimustulosten perustana olevaa materiaalmäärää selvitetty liitteessä 9.

2.4 M a t e r i a a l i n l u o t e t t a v u u s

2.41 Materiaalin edustavuus ja tarkkuus

EDUSTAVUUS

Materiaali on kerätty ajoradaltaan 7-11 m leveiltä, 0,5 - 11,5 km pitkiltä tieosuuksilta. Liikennemäärä (KKVL) on tutkituilla tieosuuksilla vuosien 1967-1968 liikennelaskentojen mukaan vaihdellut välillä 700 - 2000 hay/vrk. Sää on tutkimusmateriaalin keräysvaiheessa ollut lämmin ja normaalia kuivempi. Lisäksi on huomattava, että maastotutkimukset on suoritettu valtaosin varsinaisten kesäkuukausien aikana.

Edellä esitettyjen tutkimusolosuhteiden mukaan voidaan tutkimusmateriaalin katsoa jakaantuvan melko edustavasti eri dimenssioisille 1 + 1 kaistaisille tieosuuksille. Sensijaan tutkimuksen kattamaa liikennemäärien ja sään hajontaa voidaan pitää riittämättömänä näiden olosuhdetekijöiden vaikutuksen selvittämiseksi. Materiaalin olosuhdetekijöiden heikosta edustavuudesta johtuen on tulosten sovellettavuus rajoitettava koskemaan vain tutkimusaikaisia kesäolosuhteita: lämpötila (10°C -) 15°C - 25°C , sateisuus normaalia vähäisempää ja maksimiliikennemäärä n. 2000 hay/vrk.

TARKKUUS

Materiaali on kerätty työntutkimuksella. Tapahtumat, ajat ja materiaalimenekit sekä työmäärät on mitattu sen mukaisesti tapahtumahetkellä tutkimusmenetelmän edellyttämällä tarkkuudella. Kenttätutkimukset on tehnyt työntutkimukseen koulutettu henkilökunta. Tältä pohjalta katsottuna ei ole mitään syytä epäillä maastotutkimuksista saatavan tiedon tarkkuutta.

Edellä esitettyyn perustuen voidaan jokaisen kenttämateriaalin tiedon katsoa täyttävän sille asetetun tarkkuusvaatimuksen. On kuitenkin huomattava, että tiedon tarkkuudella ei tarkoiteta sen täydellisyyttä. Mainittava onkin, että monissa tapauksissa maastotutkimustulokseen vaikuttaneiden syiden selvittely on katsottava riittämättömäksi ja tuloksen esittämismuoto epätarkoituksenmukaiseksi.

2.42 M a t e r i a a l i n p u u t t e e l l i s u u k -
s i s t a j a t u t k i m u s t u l o s t e n

s o v e l l e t t a v u u d e s t a

Suoritettu tutkimus on tietävästi ensimmäinen sitomattomien kerrosten viimeistelyä ja kunnossapitoa koskeva, kapasiteettien ja materiaalienkin selvittämiseksi tehty työntutkimus. Tästä johtuen ei tutkimusta suunniteltaessa ja ohjeita laadittaessa ilmeisesti ole oltu täysin tietoisia selviteltävien töiden tapahtumista ja luonteesta. Lähinnä tämän syyksi on luettava tutkimusohjeiden pahimmat puutteet:

1. käsitteitä "kunnossapito" ja "viimeistely" ei ole määritelty
2. ohjeet laatuluokituksista ja -kuvauksista puuttuvat

Todennäköistä on, että lyhyen esitutkimuksen tai ensimmäisten tulosten jälkeen annetuilla lisäohjeilla olisi maastotutkimusten kirjavuutta voitu vähentää.

Osittain tutkimusohjeiden puutteellisuuksista, osittain muista syistä on maastotutkimuksissa heikkouksia, jotka ovat vaikeuttaneet käsittelyä ja tehneet monet yksittäistulokset tähän tutkimukseen soveltumattomiksi. Näistä merkittävimpiä ovat:

1. puuttuvat laatuarviot ennen ja jälkeen työnvaiheen
2. heikot työn ja työnkulun kuvaukset
3. dimensioiden kirjavuus
4. dimensiomuutoksiin tarvittavien mittatietojen puuttuminen
5. puutteelliset tiedot ajomatkoista ja kuormakoosta

Maastotutkimuksissa ilmenneiden puutteellisuuksien aiheuttamat tutkimustulosten virhearviot on pyritty eliminoimaan käsittely-

vaiheessa jättämällä epäselvät tapaukset joko kokonaan tai epävarmoilta osin käsittelyn ulkopuolelle. Menettely on menetetyistä havaintoarvioista huolimatta katsottu aiheelliseksi tulosten luotettavuuden parantamiseksi. Karsinnan perusteina on pidetty:

1. työnkuvauksen selvyyttä
2. työn ajoittumista työprosessissa
3. oikeata dimensiointia
4. dimensiomuutoksiin tai selittäjien määräämiseen tarvittavien mittojen ja arvojen selvää esittämistä
5. tulosten sijoittumista selvien havaintojen joukkoon

Kenttätulosten karsinnasta huolimatta jää tutkimustuloksiin huomattava aukko laatuhavaintojen ja työn onnistumista koskevien arviointien puuttumisen vuoksi. Kunnossapidon osalta ei kenttämateriaalin perusteella tiedetä, minkälaisessa kunnossa tie oli tasoitustyön alkaessa ja päättyessä. Pölynsiidonnan riittävydestä on arvioita kolmelta työmaalta, ja kunnossapitotiivistyksen riittävydestä tai tarpeellisuudesta ei ole tietoja lainkaan. Vastaavasti ei varmuudella tiedetä, onko kerros viimeistelytyön päättyessä vastannut TVH:n laatuvaatimuksia.

Omat rajoituksensa tutkimustulosten sovelluttamiselle aiheuttaa tutkimusalueilla vallinneet, melko samantapaiset sää- ja liikenneolosuhteet. Lämpötila on normaalisti vaihdellut 15°C - 25°C sateisuuden ollessa melko olematonta. Liikennemäärä (KKVL) on vaihdellut 700 - 2000 hay/vrk. Huomattava on, että liikennettä ei ole laskettu, vaan se on ilmoitettu viimeisen

liikennelaskennan tulosten mukaan (vv 1967-1968). Vähintäänkin lyhytaikaista laskentaa on kuitenkin pidettävä tarpeellisena tieosilla, jotka rakennustyön aikana on voitu helposti kiertää, tai suurten taajamien lähistöillä, joissa liikenteen kasvu on voimakasta.

Käsiteltävää tutkimusta vastaavien selvitysten puuttumisesta johtuu, että luotettavia vertailuarvoja ei ole käytettävissä. Saatuja tutkimustuloksia ei näinollen voida testata ulkopuolista tietoa vastaan, joten tulosten luotettavuuden ainoaksi kriteeriksi jää yksittäishavaintojen määrä ja laatu. Näistä seikoista johtuen ei tutkimustuloksien varmuutta voida täysin pätevästi todeta. Tulosten soveltamisessa onkin edellytettävä varovaisuutta ja esitettyjen standardien käyttöönotolta niiden testausta esimerkiksi määräpisteissä suoritetuilla käytännön kokeilla.

3. T U T K I M U S M E N E T E L M Ä T

3.1 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tässä tutkimuksessa käytetty aineisto on koottu työntutkimusmenetelmällä. Tutkimusmenetelmä käsittää seuraavat osatutkimukset:

- 1) prosessitutkimus
- 2) menekkitutkimus
- 3) lisäaikatutkimus
- 4) kapasiteettitutkimus

Tutkimusmateriaali on käsitelty sen laajuudesta ja luonteesta riippuen joko graafisin menetelmin tai valikoivalla regressioanalyysillä (8). Satunnaissuureista on määrätty keskiarvo ja keskihajonta sekä varmuusväli (9) tai vaihtelualue.

3.11 P r o s e s s i t u t k i m u s

Prosessitutkimuksella selvitetään koko työn keston ajalta työvaiheista suoritettujen menekkitutkimusten avulla:

- 1) mitä työvaiheita työhön sisältyy
- 2) työvaiheen toistuvuus
- 3) miten työvaiheet niveltäytyvät toisiinsa
- 4) työvaiheiden alkamishetket ja kestot
- 5) työvaiheen resurssit, karkeat työmenetelmät ja aikamenekit

Prosessitutkimuksen esittämismuotoja ovat: tie- aikakaaviot, viiva-aikataulut, erilaiset verkot ja taulukot. Lisäksi prosessitutkimukseen liittyy tavallisesti selostus, jossa

selvitetään tutkimushetkellä vallinneet olosuhteet, käytetyt työmenetelmät ym. tuloksiin vaikuttavat tekijät.

Prosessitutkimuksessa pyritään 10-20 % tarkkuuteen ajan ja työmäärän kirjauksessa.

3.12 M e n e k k i t u t k i m u s

Menekkitutkimuksella selvitetään työnvaiheen resurssit, resurssien T3 ja TL4 ajat syineen, karkea C2-kerroin, materiaalit ja työmäärät. Lisäksi on menekkitutkimuksesta käytävä selville työmenetelmä ja työn valmiusaste tutkimuksen eri vaiheissa. Tietojen tarkkuusvaatimus on 5-10 %. Tutkimus suoritetaan tarkoitusta varten laaditulle kaavakkeelle. (Liite 3)

Ajanmittaus suoritetaan tehostetun ylösoton avulla. Työnvaiheen aikana syntyneet yli yhden tunnin mittaiset tauot kirjaetaan 5-10 min tarkkuudella syineen. Alle tunnin kestävien katkojen kirjaustarkkuudeksi riittää 5 min, joskin 1 min tarkkuus on saavutettavissa.

Työnvaiheen aikamenekkiin ei lueta kuuluvaksi työaikana suoritettuja työmatkoja vaan ajan kirjaaminen aloitetaan silloin, kun työskentely työvuoron alussa alkaa ja lopetetaan vastaavasti työskentelyn päättyessä työvuoron lopussa, tai kun työvaihe valmistuu.

Menekkitutkimuksen aikana käsiteltyt materiaalmäärät mitataan todellista työmäärää kuvaavissa yksiköissä.

3.13 L i s ä a i k a t u t k i m u s

Lisäaikatutkimuksella selvitetään käytön lisääajat. Tutkimuksen minimi kesto aika on kolme päivää. Tutkimus voidaan lopettaa, kun suhde $TL3/T3 = C2$ on kolmen työvuoron aikana 5 % tarkkuudella vakio, tai kun työvaihe loppuu.

Lisäaikatutkimuksen tulokset esitetään tarkoitusta varten laadituilla kaavakkeilla (liite 2) ja niissä esitetään seuraavat tiedot:

- 1) työpaikkapiirros
- 2) tutkimusaikana vallinneet olosuhteet keskimääräisinä
- 3) lisääajat (TL3 ja TL4) eriteltyinä syineen
- 4) keskimääräinen ja kumulatiivinen C2-kerroin
- 5) tiedot koneesta ja kuljettajasta
- 6) selostus tulokseen oleellisesti vaikuttavista tekijöistä

Lisäaikatutkimuksen ajanmittaukset suoritetaan 1 min tarkkuudella.

3.14 K a p a s i t e e t t i t u t k i m u s

Kapasiteettitutkimuksella selvitetään koneen perus- ja menetelmäkapasiteetti vallitsevissa olosuhteissa ja k.o. työmenetelmällä. Jotta olosuhteiden muutokset eliminoiduisivat, on tutkimuksen kesto yleensä 50 työkiertoa (n. 0,5 h). Tutkimuksen lyhyt kesto edellyttää osa-aikojen mittauksissa suurta tarkkuutta. Tästä syystä ajat mitataan ± 0.01 min tarkkuudella.

Kapasiteettien määrittämistä varten selvitetään p.o.

tutkimuksella koneen perus- ja menetelmäaika (cmin) ja määritetään työsaavutus sopivissa yksiköissä. Tulokset ilmoitetaan K1- ja K2 kapasiteetteina sekä C1-kertoimena. Tutkimustulosten lisäksi selvitetään tutkimushetkellä vallinneet olosuhteet sekä työmenetelmä ja työjärjestely työpaikkipiirroksen avulla. Tutkimuksen esittämistä varten on painettu kaavake. (Liite 1)

3.2 K A P A S I T E E T I T J A S T A N D A R D I T

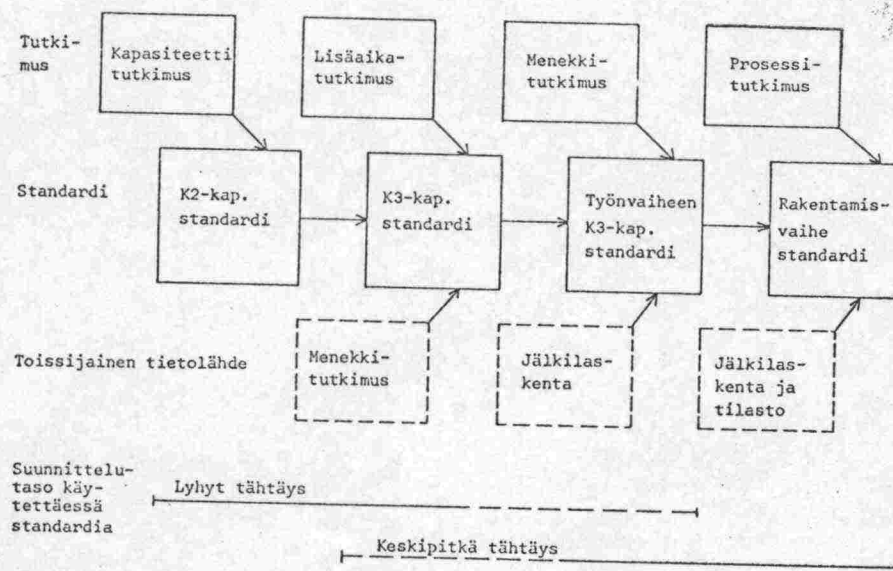
Tie- ja vesirakennuslaitoksen eri piirien suorittamat työntutkimustulokset kerätään TVH:n järjestelytoimiston toimesta standardeiksi, joissa selvitetään resurssin kapasiteetit ja niiden riippuvuudet työmenetelmistä ja olosuhteista. Työntutkimukseen perustuvien standardien tarkoituksena on antaa käytännön työhön perustuvaa, hyvää suoritustasoa edellyttävää tietoa käytettäväksi lyhyen ja keskipitkän tähtäyksen työnsuunnittelussa. Standardeja voidaan käyttää apuna

- 1) menetelmien ja resurssien valinnassa
- 2) työn ajoittamisessa ja aikamenekin arvioinnissa
- 3) materiaalin käytön suunnittelussa
- 4) kustannuslaskennassa
- 5) työnjärjestelysuunnitelman laatimisessa

Käytettävissä olevat standardit sovellutusaloineen ilmenevät kaaviosta n:o 3.2 a (5)

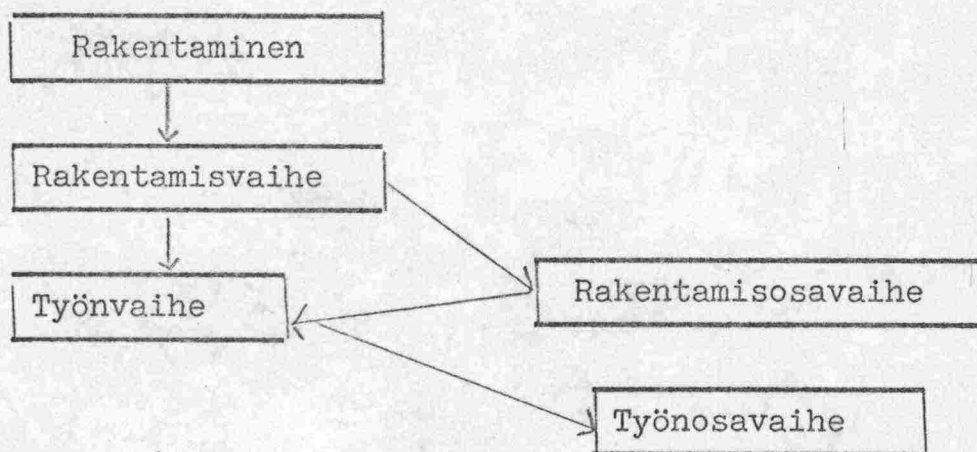
Suunnitte- luvaihe Suunnit- telutaso	Menetelmien ja resurssien valinta	KUSTANNUSLASKENTA			Muut stan- dardit
		Ajoituslas- kelmat	Materiaalin käyttö	Kustannuslas- kelmat	
LTS (TLTS)	TYÖMENETELMÄ- STANDARDIT	TYÖNARVO- STANDARDIT	MASSAKERROIN- STANDARDIT (LTS)	MATERIAALIYK- SIKKÖHINTA- STANDARDIT	
	RESURSSIEN YMS MITOITUSOHJEET	K3-KAPASI- TEETTI- STANDARDIT	MATERIAALIN- HUKKAPROSENT- TISTANDARDIT	PALKKATILASTOT	
		K2-KAPASI- TEETTI- STANDARDIT		ENIMMÄISVUOKRA- OHJEET JA KULJ. TAKSAT	
KTS (TAS)	MENETELMÄSTAN- DARDIT	TYÖNVAIHEEN LISÄAINE- STANDARDIT	MASSAKERROIN- STANDARDIT (KTS)	MATERIAALIHINTA- STANDARDIT	PIKASTANDAR- DIT
	RESURSSIYHDISTEL- MÄSTANDARDIT	TYÖNVAIHEEN K3-KAP. STANDARDIT	MATERIAALI- MÄÄRÄSTANDAR- DIT	MIESTYÖKUSTAN- NUSSTANDARDIT	KUSTANNUS- TIEDOT TAI TAVOITEKUS- TANNUKSET
		RAKENTAMIS- VAIHESTAN- DARDIT		KONETYÖKUSTAN- NUSSTANDARDIT	
PTS				TUOTESTANDARDIT	

Ajoitusstandardien laadintaprosessi ja niiden soveltuvuus tietyn tason suunnitteluun ilmenee kaaviosta n:o 3.2 b



KAATIO n:o 3.2 b standardien laadintaprosessi (5)

Työntutkimus ja näinollen myös työntutkimukseen perustuvien standardien käyttö sekä työnsuunnittelu perustuu rakentamisen jaotteluun pieniksi peruselementeiksi. Maanrakennusalalla osittelu noudattaa kaaviota n:o 3.2 C



KAAVIO n:o 3.2 C Maarakennustyön osittelu

Työnsuunnittelussa on näinollen työkokonaisuus ensin ositeltava pienemmiksi elementeiksi, joiden kohdalta työn suorituskysymykset ratkaistaan erikseen standardien avulla ottaen huomioon vallitsevat olosuhteet, käytettävissä olevat resurssit ja osaratkaisun vaikutukset kokonaisuuteen. (5)

Standardien ilmoittamista kapasiteeteista K2-kapasiteettiä voidaan käyttää menetelmän valintaan ja vertailuun sekä resurssien tahdistamiseen K3-kapasiteetin ollessa muun työnsuunnittelun perustietona. Huomattava on, että kapasiteettien määritelmien ulkopuolelle jäävät tekijät eivät sisälly standardien arvoihin. Näiden, samoin kuin standardista poikkeavien olosuhteiden vaikutus kapasiteettiin on suunniteltava erikseen arvioimalla tai muita tietolähteitä käyttäen.

4. TUTKIMUSTULOKSET

4.1 Sitomattoman kerroksen kunnossapito

4.11 KAPASITEETIT JA AIKAKERTOIMET

4.111 Tasointus

Kunnossapitotasoituksesta suoritettut lisäaikatutkimukset on taulukoitu liitteessä 5 ja menekkitutkimukset liitteessä 6.

KUNNOSSAPIDON TASOITUSASTE

Suoritettujen tutkimusten mukaan voidaan kunnossapitotasointus jakaa työmäärän mukaan seuraavaan viiteen tasointusasteeseen:

1. Ylimalkainen tasointus: Tasointus suoritetaan vain ajoradan osalta. Tasointuskertoja kahdesta kolmeen tien poikkileikkausta kohden.
2. Kevyt tasointus: Tasointus on edellistä perusteellisempi, mutta massojen käsittely on edelleen vähäistä. Tasointettavia karheita ei muodostu. Tasointuskertoja neljä tien poikkileikkausta kohden.
3. Raskas tasointus: Massojen käsittelyllä merkitsevyyttä. Kahden tasointuskierroksen jälkeen tien keskilinjalle muodostuu karhe, joka levitetään yhdellä ajokerralla. Tasointuskertoja yhteensä viisi tien poikkileikkausta kohti.
4. Erittäin raskas tasointus: Massojen käsittely huomattavaa. Kahden ajokierron jälkeen muodostunut karhe tasointetaan kolmella ajokerralla. Tasointuskertoja yhteensä

seitsemän tien poikkileikkausta kohti.

5. S y v ä t a s o i t u s : Kerros rikotaan ja tasoitetaan uudelleen. Ajokertoja molemmissa vaiheissa kuusi, yhteensä 12 tien poikkileikkausta kohti.

LISÄAIKATUTKIMUKSET, K2 ja C2

Tiehöylän menetelmäkapasiteetin ja käyttökertoimen määrittämiseksi on käytettävissä kymmenen kappaletta lisäaikatutkimuksia (taulukko 4.111a). Tutkimustulokset on korjattu vastaamaan vuokrakoneen ajankäyttöä poistamalla tankkaus ja huoltoajat. TVL:n omistamille koneille sallittavien tankkaus ja huoltoaikojen, sekä yleisen liikenteen vaikutus C2-kertoimeen on käsitelty erikseen.

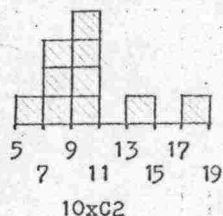
T a u l u k k o 4.111a. Sitomattoman kerroksen kunnossapitotasointus. Lisäaikatutkimukset korjattuna vastaamaan vuokrakoneen ajankäyttöä, kone TH 14.

Tutk.n:o	Tasaus- kapas. K2(a/h)	C2	Kerros	Käsitelty ala (ha)	Tasointus- aste
1	36,9	0,18	kant.	1,4	3
2	99,0	0,06	"	9,1	2
3	35,6	0,08	"	7,7	4
4	37,8	0,14	"	7,5	4
5	47,5	0,07	"	2,6	3
6	85,6	0,08	"	9,1	2
7	104,0	0,09	jak.	19,0	2
8	88,0	0,10	kant.	4,2	2
9	24,3	0,10	"	5,2	5
10	7,5	0,10	"	13,4	(5)

K ä y t t ö k e r r o i n C 2

Käyttökertoimen hajonta on esitetty kuviossa 4.111A

K u v i o 4.111A käyttökertoimen C2 hajonta kunnossapitotasoituksessa



C2 keskiarvo = 0.10

keskihajonta = 0,034

Käyttökerroin sitomattoman kerroksen kunnossapitotasoituksessa suoritettujen tutkimusten mukaan on 75 % todennäköisyydellä $0,10 \pm 0,04$. C2-kerroin sisältää tällöin taulukon 3.111b mukaiset käytön lisäaikaa aiheuttavat tekijät.

T a u l u k k o 4.111 b. Käyttökertoimeen sisältyvät tekijät sitomattoman kerroksen kunnossapitotasoituksessa

T e k i j ä	Vaikutus keskim.	
Kahvitauot	0,050	
Konerikot	0,007	
Työnjohdon ohjeet	0,008	
Toisen työn aiheuttamat esteet	0,015	
Myöhäiset aloitukset, aikaiset lopetukset	0,016	
Tupakkatauot	0,02	
Muut tauot	0,02	
C2 keskimäärin	0,100	

Tutkimuksen mukaan (liite 5) voidaan lisäksi todeta, että käytettäessä TVL:n omaa konetta, aiheutuu C2 kertoimeen tankkauksista ja koneen huollosta johtuen lisäys n. 0,01 (yht. 4 tutkimusta). Lisäksi voidaan todeta yli 2000 kay:n vuoro-kausiliikenteen 8,0 m leveällä tiellä aiheuttavan suuruus-

luokaltaan samanarvoisen lisäyksen C2 kertoimeen. Keskimääräiset C2-kertoimet on esitetty taulukossa 4.111c.

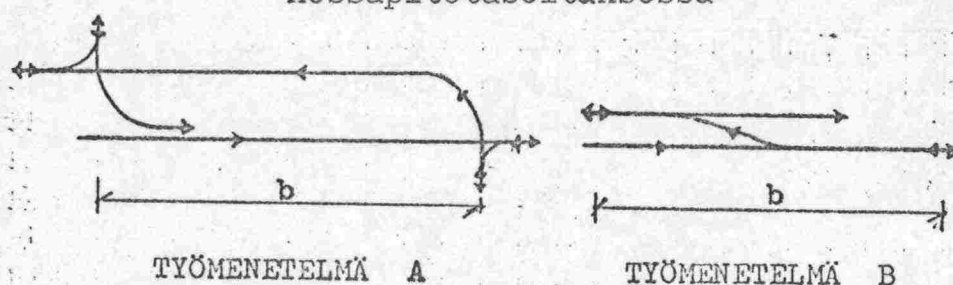
T a u l u k k o 4.111c. Keskimääräiset C2 kertoimet sitomattoman kerroksen kunnossapitotasoituksessa

Liikenne (8 m tiellä)	Vuokrakone	TVL:n oma kone
2000 hay/vrk	0,10	0,11
2000 hay/vrk	0,11	0,12

M e n e t e l m ä k a p a s i t e e t t i K2

Tutkimusten aikana sitomattoman kerroksen kunnossapitotasoituksessa saavutetut tiehöylän TH14 menetelmäkapasiteetit on esitetty taulukossa 4.111a. Käytetyt työmenetelmät jakaantuvat liikeratojen mukaan periaatteessa kahteen tyyppiin, kuvio 4.111B.

K u v i o 4.111B Työmenetelmät sitomattoman kerroksen kunnossapitotasoituksessa



Tutkimukset 1-9 (taulukko 4.111a) koskevat menetelmällä A suoritettuja töitä. Kääntymispisteiden välimatka (mitta b) on vaihdellut välillä 0,75 - 11,35 km. Tutkimus numero 10 koskee menetelmällä B suoritettua kunnossapitotasoitusta peruutusmatkan (mitta b) ollessa keskimäärin 0,16 km.

Koneen kääntymistavan, työskentelymatkan ja käsitellyn pinta-alan ei tutkimusmateriaalin puitteissa ole todettu vaikuttavan tiehöylän kapasiteettiin. Voimakkaimmaksi K2-kapasiteetin selittäjäksi osoittautui kunnossapidon tasoitusaste, joka jakaa menetelmällä A suoritettut työt neljään eri ryhmään. Menetelmän B muodostaessa oman lohkonsa jakaantuu tutkimusmateriaali jo näiden selittäjien mukaan viiteen eri luokkaan. Näiden sisällä ei tutkimusmateriaalin suppeudesta (1-4 havaintoa) johtuen voida tehdä johtopäätöksiä muiden selittäjien vaikutuksesta.

Tutkimustulokset on esitetty taulukossa 4.111d.

T a u l u k k o 4.111d. Tiehöylän TH 14 menetelmäkapasiteetit sitomattoman kerroksen kunnossapitotyössä

Kunnossapidon tasoitusaste	Menetelmä (kuvio 4.111B)	hav. (kpl)	K2-kapasit. (a/h)	
			Vaihtelualue	Keskim.
2. Kevyt	A	4	86-104	94,2
3. Raskas	A	2	37- 47	42,2
4. Erit.raskas	A	2	36- 38	36,7
5. Syvä	A	1		24,3
Ei tiedossa	B	1		7,5

Edellä esitetyt K2-kapasiteetit ovat tasoituskapasiteetteja.

TYÖNVAIHEEN AIKA- JA MATERIAALIMENEKIT

Sitomattomien kerrosten kunnossapidon tasoitustyöstä on suoritettu 20 kpl menekkitutkimuksia (taulukko 4.111e ja liite 6).

T a u l u k k o 4.111e. Tiehöylän TH 14 menekkitutkimukset kantavan kerroksen sitomattoman osan kunnossapitotasoituksessa

Tutk. n:o	Yksikköaika (h/ha)	Tasauskap. K3 (ä/h)	Tasausluokka	Käsit.ala (ha)
1	0,87	115,0	1	4,60
2	0,87	115,0	1	4,62
3	0,76	131,5	1	4,62
4	1,19	84,0	2	2,29
5	0,87	115,0	1	4,60
6	1,05	95,0	(1 tai 2)	4,75
7	0,63	159,0	(1)	4,75
8	0,94	116,5	1	2,90
9	1,38	72,5	2	2,90
10	3,50	28,6	3	5,20
11	3,00	33,0	3	2,90
12	5,60	17,9	()	1,97
13	1,70	59,0	2	1,35
14	1,50	66,5	2	9,08
15	2,70	37,1	3	2,60
16	3,40	29,4	4	7,26
17	3,40	29,4	4	7,66
18	1,30	77,0	2	9,08
19	1,40	71,5	2	4,24
20	1,20	83,4	2	6,67

Tutkimus n:o 12 on tehty jakavalta kerrokselta ja työnkuvauksesta päätellen sisältää jo jonkin verran viimeistelyä. Tästä johtuen ko. tutkimusta ei käsittelyssä ole huomioitu.

Voimakkain selittäjä työnvaiheen aikaiselle K3-kapasiteetille on kunnossapidon tasoitusaste, (korrelaatiokerroin 0,98, liite 10). Tasoitusaste jakaa kapasiteettiarvot neljään ryhmään (taulukko 4.111f). Työmenetelmä on kaikissa tapauksissa ollut tyyppiä A (kuvio 4.111B), työskentelymatka n 1,0 - 10,0 km

käsitelty pinta-ala 1,35 - 9,08 ha ja työskentelyleveys on vaihdellut n 7,0 - 11,0 metriin. Käytettävissä olevan tutkimusmateriaalin puitteissa ei työskentelymatkan, kunnossapidettävän pinta-alan ja tien leveyden vaikutuksesta työnvaiheen aikaiseen tiehöylän tasoituskapasiteettiin voida tehdä johtopäätöksiä. Ainoaksi selittäjäksi voidaan ottaa tasoitusasteiden mukainen ryhmittely. Jaottelun selitysarvo on 96 %, F-luku 379,6 ja T-luku 19,5. Selitysvirheiden hajonta on n. 10 % materiaalin keskiarvosta (liite 10).

Tutkimustulokset on esitetty taulukossa 4.111t.

T a u l u k k o 4.111f. Tiehöylän TH 14 työnvaiheen aikaiset K3-kapasiteetit sitomattoman kerroksen kunnossapitotasoituksessa

Kunnossapidon tasoitusaste	Tutk. (kpl)	K3 kapasit. (a/h)	
		Vaikutusalue	Keskim.
1	5	115,0 - 132,0	118,5
2	7	59,0 - 84,0	73,5
3	3	29,0 - 37,0	32,9
4	2		29,4

Ilmoitetut kapasiteetit ovat tasoituskapasiteetteja. Tutkimukset 6, 7 ja 12 eivät sisälly tuloksiin.

K3-kapasiteetin ja työnvaiheen aikaisen K3-kapasiteetin suhteen määrittämiseen on käytettävissä seitsemän arvoparia (liite 6).

Voidaan todeta suhteen työnvaiheen aikainen K3 alle lisäaikatutkimuksessa mitatulla K3 vaihtelevan välillä 0,83 ... 0,97 ollen keskimäärin 0,90. Ilmeistä on, että laajemman havainto-

materiaalin puitteissa voidaan todeta riippuvuus em suhteen ja tutkimusten kestojen suhteen välillä.

T y ö r y h m ä t

Kaikissa tapauksissa on työryhmä kunnossapidon tasoitustyössä muodostunut pelkästään tiehöylästä kuljettajineen. Aputyötä tai työnjohtoa ei näinollen ole ko. työssä katsottu tarvittavan.

M a t e r i a a l i

Tasoitustyön yhteydessä ei kerrokseen yleensä olettuotu kiviainesta. Poikkeuksen muodostaa yksi työmaa, jossa kuoppien paikkaukseen on käytetty mursketta (0 - 18) 15(m³itd/km).

4.112 K a s t e l u

KUORMA-AUTON TYÖNKIERTOTUTKIMUKSET

Kastelukaluston menetelmäkapsiteetti on säiliötilavuus (V) jaettuna työnkiertoon kuluvalle menetelmäajalla T₂, eli $K_2 = V/T_2$. Menetelmäaika koostuu seuraavista osa-ajoista:

- 1) säiliön täyttöaika (t 1)
- 2) ajoaika kastelualueelle (t 2)
- 3) säiliön purkausaika (t 3)
- 4) auton kääntymisaika työalueella (t 4)
- 5) paluu-aika vedenottopaikalle (t 5)
- 6) kääntymisaika vedenottopaikalla (t 6)

Pumpun käynnistykseen kuluva aika on tällöin luettava säiliön täyttöaikaan (t 1), ja kastelulaitteen käsittelyn vaatima

apuaika purkausaikaan (t_3).

Säiliön täyttöaika (t_1) ja purkausaika (t_3) ovat oleellisesti riippuvia pumpun ja kastelulaitteen kapasiteeteista, sekä säiliön koosta. Ajoajat (t_2 ja t_5) riippuvat ajomatkasta (s) ja keskinopeudesta (\bar{v}). Kääntymisajat (t_4 ja t_6) ovat olosuhteista riippuvia vakioita.

K₂-kapasiteettikäyrän matemaattisen muodon ratkaisemiseksi oletetaan pumpun ja levityslaitteen virtaamat vakioiksi.

Tällöin voidaan merkitä

$$t_k = t_1 + t_3 + t_4 + t_6 = \text{vakio}$$

v_k = keskimääräinen ajonopeus keikan aikana

s_k = keskimääräinen ajomatka keikan aikana

Edellä olevia merkintöjä käyttäen saadaan kastelun menetelmäkapasiteetille lauseke 4.112/1.

$$K_2 = \frac{V}{t_k + s_k/v_k} = \frac{V v_k}{t_k v_k + s_k} \quad (4.112/1)$$

Lauseke on matemaattiselta muodoltaan hyperbeli, joka matkan (s_k) kasvaessa lähestyy asymptoottisesti arvoa $K_2 = 0$.

K₂ kapasiteetti on helpoin määrittää keikka-aikojen perusteella lausekkeesta $K_2 = V/T_2$. Keikka-ajan T_2 määrittämiseksi suoritettut tutkimukset on esitetty taulukossa 4.112a.

T a u l u k k o 4.112a. Ajomatkasta riippuvat T_2 ajat kun-
nossapitokastelussa min/m³.
Säiliö 5m³

t s	0 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	6 - 7	7 - 8
t_2	0.30	0.24	0.36	0.66	1.05	1.43	1.42
t_5	0.24	0.24	0.45	0.79	0.85	1.59	1.53
hav	4	4	14	17	25	1	3

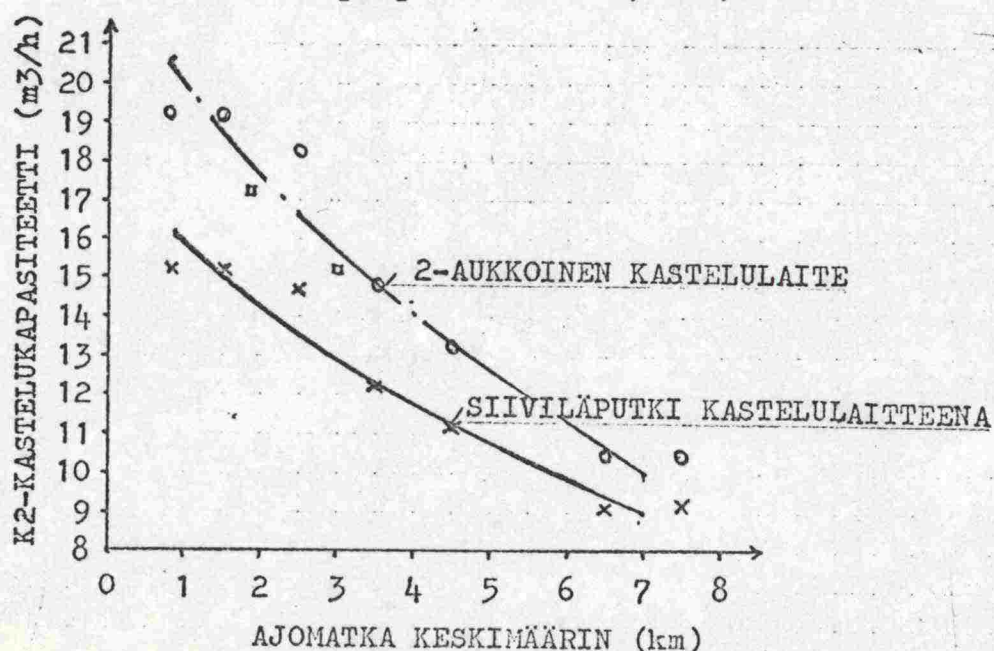
Vakioituvista ajoista on tehty seuraavat havainnot:

1) täyttöaika	$t_1 \approx 1,46 \text{ min/m}^3$	Bernhard W 112
2) "-	$t_1 = 1,35 \text{ "-}$	Jap 5M
3) purkausaika	$t_3 = 0,87 \text{ "-}$	2 aukkoa
4) "-	$t_3 = 1,66 \text{ "-}$	siiviläputki
5) kääntymisaika	$t_4 = 0,15 \text{ "-}$	kast.alueella
6) "-	$t_6 = 0,17 \text{ "-}$	ottopaikalla

Viimeksimainittuun kääntymisaikaan sisältyy 35 m peruutusmatka. Tutkimus on tehty yhdellä työmaalla.

Veden levitysmatka on vaihdellut $200 - 500 \text{ m/m}^3$. Tutkimuksessa käytettyjen pumppujen nettovirtaamat ovat olleet $0,93$ ja $1,07 \text{ m}^3/\text{min}$. keskimäärin $1,0 \text{ m}^3/\text{min}$. lisäksi on käytetty kahta eri levityslaitetta. Näistä siiviläputken purkauskapasiteetti on ollut $0,60 \text{ m}^3/\text{min}$ ja kahdella purkausaukolla varustetun levityslaitteen $1,15 \text{ m}^3/\text{min}$. Käyttämällä keskimääräistä pumppausvirtaamaa $= 1,0 \text{ m}^3/\text{min}$ ja huomioimalla lausekkeen 4.112/1 hyperbelinen muoto, saadaan K1-kapasiteetille kuvion 4.112A mukaiset kuvaajat.

K u v i o 4.112A. Keikka-aikatutkimuksiin perustuvat kastelukaluston K2-kapasiteetit sitomattoman kerroksen kunnossapitotyössä. Säiliö 5 m^3 , pumpun tuotto $1,0 \text{ m}^3/\text{min}$.



O 2 aukolla varustettu levityslaite

x siiviläputki levityslaitteena

/# tarkistuspiste, liittyy edelliseen kuvaajaan

Kapasiteettiarvioihin sisältyy kuljettajan pumpun käynnistuksen ja levityslaitteen avaamiseen tarvittavat ajat.

L I S Ä A I K A T U T K I M U K S E T

Menetelmäkapasiteetin ja käyttökertoimen määrittämiseksi on käytettävissä seitsemän kappaletta lisäaikatutkimuksia.

Tutkimustulokset on esitelty taulukossa 4.112b.

T a u l u k k o 4.112b. Lisäaikatutkimukset sitomattoman kerroksen kunnossapitokastelusta. Säiliö 5m³, pumpun nettotuotto n. 1,0 m³ min. Levityslaitteessa siiviläputki.

tutk. n:o	keskim.kulje- tus (km)	K2 (m ³ /h)	C2	palkkaus- tapa	kuormia (kpl)
1	4,0	10,0	0,11	T	36
2	1,5	13,6	0,09	U	458
3	4,9	10,8	0,05	U	187
4	4,6	11,2	0,10	U	163
5	1,7	14,2	0,08	U	354
6	1,4	15,6	0,06	U	45
7	5,9	10,0	0,10	U	11

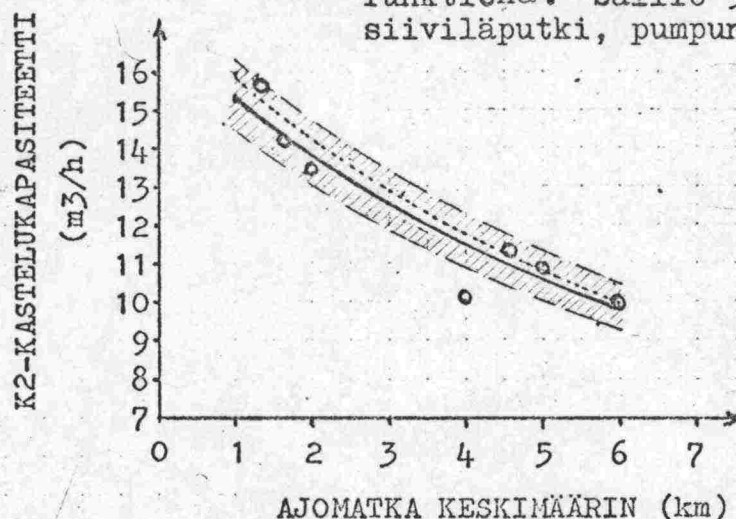
Kaikissa tapauksissa on autonkuljettaja suorittanut pumppauksen ja vedenlevittäjän säätämisen vaatimat tehtävät. Paineletku on ollut telineellä niin, että sitä ei täytön alkaessa ja kestäessä ole tarvinnut käsitellä. Olosuhteet vedenottopaikalla, ajoteillä ja levitysalueella ovat olleet hyviä.

K2-k a p a s i t e e t t i

Tutkimustuloksissa todetut K2-kapasiteetit on esitetty kuviossa 4.112B. Kuvaajan muotoa arvioitaessa on huomioitu lausekkeen 4.112/1 kuvaajan muoto.

K u v i o 4.112B.

Kastelukaluston K2-kapasiteetit ajomatkan funktiona. Säiliö 5 m³, levityslaitteena siiviläputki, pumpun tuotto n. 1 m³/min



..... = keikka-aikatutkimusten mukainen K2-kapasiteetti

———— = lisäaikatutkimusten mukainen K2-kapasiteetti

Kuvaaja on piirretty silmämääräisesti.

Kuvion mukaan keikka-aika ja lisä-aikatutkimuksilla saadut K2-kapasiteetit ovat likimäärin samat. Maksimi erotus on vain noin 0,5 m³/h, keikka-aikatutkimuksilla saadun K2-kapasiteetin ollessa parempi.

K ä y t t ö k e r r o i n C 2

Tutkimuksissa todetut C2-kertoimet on esitetty taulukossa 4.112b. Käyttökertoimet on palkkaustavan mukaan jaettava kahteen ryhmään. Voidaan todeta, että urakkahinnoittelua maksuperusteena käytettäessä C2-kerroin vaihtelee välillä 0,05 - 0,10 (6 havaintoa) keskiarvon ollessa 0,08, ja keskihajonnan 0,037. 70 % todennäköisyydellä käyttökerroin C2

urakkahinnan mukaan suoritettussa sitomattoman kerroksen kunnossapitokastelussa on $0,08 \pm 0,04$. Vastaavasta työstä tuntipalkkaa maksuperusteena käytettäessä on määritetty yksi C2-kerroin = 0,11.

Käyttökertoimeen kuuluvaksi on luettu:

- 1) Kahvitauot
- 2) Muut kuljettajan henkilökohtaiset tauot
- 3) Työnjohdon ohjeet
- 4) Pumpun huolto
- 5) Pumpun käyttöhäiriöt
- 6) Odotusajat

Tutkituissa tapauksissa C2-kertoimet vastaavat korjaamattomina hyvää suoritustasoa.

TYÖNVAIHEEN AIKA - JA MATERIAALI MENEKIT

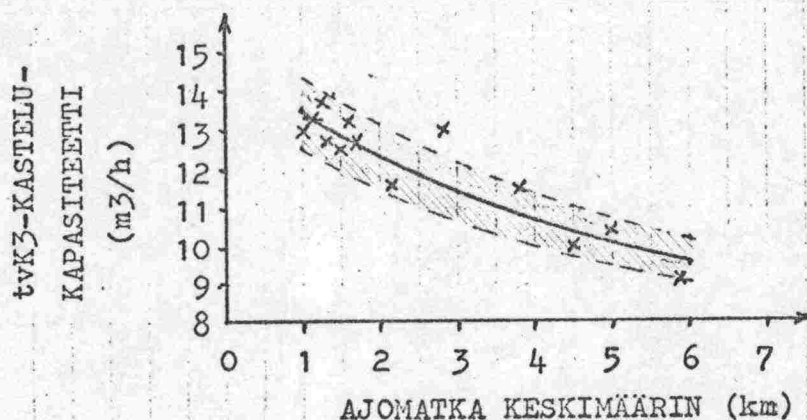
Kunnossapidon työvaiheenaikaisen K3-kastelukapasiteetin määrittämiseksi on käytettävissä 34 kpl menekkitutkimuksia. Koska monet tutkimukset on suoritettu samoilla työmailla ja samoissa olosuhteissa, on vastaavat tulokset yhdistetty keskiarvoiksi. Tutkimustulokset on esitetty taulukossa 4.112/C

T a u l u k k o 4.112/C. Menekkitutkimukset sitomattoman kerroksen kunnossapitokastelun työvaiheenaikaisen K3-kapasiteetin määrittämiseksi:

tutk. (kpl)	yksikköaika	(n/m ³)	K3 (m ³ /h)	ajomatka (km)	säiliö (m ³)
	vaihteluajat	keskim.			
6	0,08-0,10	0,086	11,6	3,8	5
3	0,086-0,090	0,088	11,4	2,1	5
6	0,074-0,077	0,076	13,2	1,6	5
1	0,073	0,073	13,7	1,3	5
1	0,075	0,075	13,3	1,2	5
1	0,077	0,077	13,0	1,0	5
1	0,077	0,077	13,0	2,9	5
1	0,080	0,080	12,5	1,5	5
1	0,111	0,111	9,0	5,8	5
1	0,100	0,100	10,0	4,5	5
1	0,097	0,097	10,3	5,0	5
2	0,075-0,080	0,078	12,8	1,7	5
2	0,077-0,080	0,079	12,7	1,4	5
3	0,036-0,039	0,039	27,0	3,8	14
2	0,036-0,040	0,038	26,3	2,1	14

Tutkimuksen aikana on käsitelty yhteensä 9800 m³ vettä. Tutkimustulokset jakaantuvat säiliötilavuuden mukaan kahteen ryhmään. Voidaan todeta, että 14 m³ säiliötä käytettäessä, ajomatkan ollessa 2 - 4 km ja nettopumppausvirtaaman n. 1,0 m³/min on työvaiheen aikainen K3-kastelukapasiteetti 25 - 28 m³/h keskimäärin 26,6 m³/h. Levityslaitteiston tyyppi ei tutkimuksesta käy ilmi. 5 m³ säiliöllä saavutetut työvaiheen aikaiset K3-kapasiteetit on esitetty kuviossa 4.112C.

K u v i o 4.112C. Työnvaiheenaikaiset K3-kapasiteetit sitomattoman kerroksen kunnossapitokastelussa. Säiliö 5 m³, pumpun tuotto n. 1,0 m³/min, levityslaitteena siiviläputki.



Kuvaaja on piirretty silmämääräisesti käyttäen K1- ja K2-kapasiteettien määrittämisessä todettua käyrän muotoa. Kuvioiden 4.112B, 4.112C ja keskimääräisen C2-kertoimen (0,08) avulla voidaan todeta kastelun K3- ja tv K3-kapasiteettien likimäärin vastaavan toisiaan.

K a s t e l u v e d e n m ä ä r ä

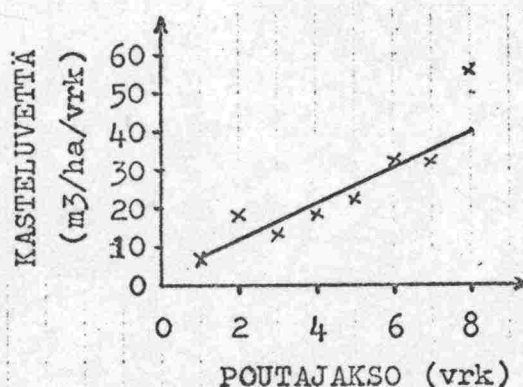
Kertakasteluun on 32 tutkitun tapauksen mukaan käytetty vettä 0,40 - 6,30 l/m², keskimäärin 2,02 l/m². Päivälämpötilan mukaan ryhmiteltynä kastelumäärät jakaantuvat taulukon 4.112d mukaisesti. Kastelukerraksi on luettu päivittäinen kastelu.

T a u l u k k o 4.112d. Vesimäärät sitomattoman kerroksen kunnossapitokastelussa m³/ha.

Lämpötila (°C)	kasteluvettä (m ³ /ha)		havaint. (kpl)
	vaihtelurajat	keskim.	
10 - 14,9	4,0 - 7,0	6,0	4
15 - 19,9	6,0 - 22,0	11,7	8
20 - 25	6,0 - 63,0	26,8	20

Paitsi ulkoilman lämpötilasta, riippuu kastelukerralla käytetty vesimäärä myös poutajakson pituudesta niin, että poutakauden jatkuessa kasteluveden määrä käyttökertaa kohti lisääntyy. Kuviossa 4.112D on tarkasteltu yhden selvän poutajakson pituuden vaikutusta kasteluvesimäärään. Kastelu on suoritettu päivittäin, lämpötilan ollessa 20 - 25 °C.

K u v i o 4.112D. Poutajakson pituuden vaikutus sitomattoman kerroksen kunnossapitokastelumäärään päivälämpötilan ollessa 20 - 25 °C.



Eräässä tutkimuksessa on todettu kasteluvesimäärän 12,6 m³/ha estävän tien pölyämisen 4 h ajaksi lämpötilan ollessa 24 °C.

T y ö r y h m ä t

Kaikkiin kasteluresursseihin on kuulunut kuorma-auto säiliöineen ja kuljettajineen, sekä pumppu. Aputyövoimaa ei ole käytetty, vaan autonkuljettaja on suorittanut tarvittavat aputyöt.

4.113 S u o l a u s

Sitomattoman kerroksen kunnossapitosuolauksesta on käytettävissä muutamia kappaleita menekkitutkimuksia. Voidaan todeta käytetyn kahta eri suolan levitystapaa

- 1) suolaus suoritetaan hiekanlevittäjällä
- 2) suola levitetään vesiliuoksena kastelulaitteilla

Lisäksi on käytetty yhdessä tapauksessa jäteliipeäliuosta pölynsidontaan.

Kastelulaitteita käytettäessä on suolaliuos valmistettu kuormaamalla tietty määrä tiesuolaa kasteluvesisäiliöön, jonka jälkeen säiliö on täytetty vedellä. Kahden tutkimuksen mukaan voidaan todeta työnvaiheenaikaisen K3-kapasiteetin olleen 0,37 - 0,39 ha/h seuraavin edellytyksin:

- 1) ajomatka keskimäärin 5 km
- 2) seossuhde 120 kg
- 3) käytetty tiesuolamäärä 2,2 ton/ha
- 4) säiliötilavuus 5 m³

Pumppausvirtaamaa ja kastelulaitteen tyyppiä ei tiedetä.

Suolan kuormaus on tapahtunut miestyönä (2-3 sekatyömiestä).

Kuormattava tiesuola on ollut säkeissä.

Hehtaaria kohti käytetystä tiesuolamäärästä voidaan laskea suolauskapasiteetille luonnollisemmin dimenssioitu keskimääräinen arvo 0,85 ton/h.

Selluloosatehtaan jäteliipeäliuoksen levitys on suoritettu kastelulaitteilla. Kahden menekkitutkimuksen mukaan on työnvaiheenaikainen K3-lipeöntikapasiteetti ollut 0,38 - 0,41 ha/h . Kapasiteettiin vaikuttaneista tekijöistä on tiedossa seuraavat seikat:

- 1) keskimääräinen ajomatka 11,0 km
- 2) käytetty lipeäliuosmäärä 13,0 m³/ha

Kuormaus- ja purkauskapasiteetteja, sekä säiliökokoja ei tiedetä.

Pinta-alaa kohti käytetyn lipeäliuosmäärän mukaan voidaan lipeöinnille laskea dimenssioltaan luonnollisempi, keskimääräinen tv K3-kapasiteettiarvo $5,0 \text{ m}^3/\text{h}$.

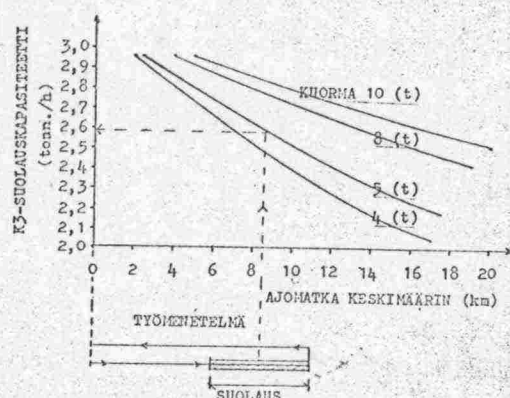
Niistä menekkitutkimuksista, jotka koskevat hiekanlevittimellä suoritettua kuivaa tiesuolan levitystä, voidaan todeta käytetyn suolamäärän olleen $2,0 - 4,8 \text{ ton/ha}$, keskimäärin $3,7 \text{ ton/ha}$. Kapasiteetteja tutkimusten antamien tietojen vajavuudesta johtuen ei voida määrittää. Sensijaan yhdistämällä yleisillä teillä (savisoratiet) suoritettujen suolaustutkimusten (6 kpl) tulokset kuormaukseen ja levitykseen kuluneista ajoista, sekä kastelun keikka-aikatutkimusten yhteydessä tehdyt ajonopeushavainnot (4 kpl), voidaan tien "kuivasuolauksella" laskea likimääräiset, työvaiheenaikaiset K3-kapasiteettiarvot.

Savisorateiden kunnossapidosta tehtyjen tutkimusten mukaan työryhmän TRN05 + 2 sekatyömiestä yksikköaika tiesuolasäkkien kuormauksessa vaihtelee välillä $0,150 - 0,253$, ollen keskimäärin $0,204 \text{ h/ton}$. suolan levityksessä taas yksikköaika on noin $0,091 - 0,154$, keskimäärin $0,115 \text{ h/ton}$. Kastelusta tehtyjen kaikka-aikatutkimusten mukaan (4 kpl) voidaan todeta $3 - 8 \text{ km}$ ajoetäisyydellä keskinopeuden kuormattuna vaihtelevan välillä $42 - 50 \text{ km/h}$, keskimäärin n. 45 km/h ja tyhjänä välillä $49 - 57 \text{ km/h}$, keskimääräisen nopeuden ollessa n. 55 km/h .

Yhdistämällä kuormaus ja levitysaikoja, sekä keskinopeuksia koskevat tutkimustulokset saadaan kuvion 4.113A mukaiset, likimääräiset arvot suolauksen K3-kapasiteetin arvolle.

Kuviota laskettaessa on käytetty savisorateiden suolaustutkimusten mukaista suolamenekkiä $= 1 \text{ ton/km}$.

K u v i o 4.113A. Likimääräiset K3-kapasiteetit tien suolauksessa hiekanlevitintä käytettäessä.



x = tarkistuspiste (kuormauskokoa ei tiedetä)

kuormauksessa 1TRN05 + 2 SM, levityksessä 1 SM

Koska pääosa työajasta kuluu kuorman tekoon ja suolan levitykseen, ei kertasuolauksessa käytetyn suolamäärän (ton/km) muutokset sanottavasti vaikuta suolaukaskapasiteettiin kuvion 4.113A työmenetelmää käytettäessä. Kerralla levitettävän suolamäärän vähentyessä laskelmissa otaksutusta savisora-teilla keskimäärin käytetystä määrästä (1 ton/km) puoleen, aiheutuu tästä 0 - 1 % poikkeama kuviosta saataviin arvoihin. Sensijaan laskelmien perustana olevien tutkimusten niukkuus ja riittävien koko työnkiertoa koskevien tutkimusten puuttaminen heikentää tulosten sovellettavuutta. Ei esimerkiksi voida täsmällisesti sanoa, mitä työntutkimuksen määrittelemää kapasiteettia lasketut vastaavat.

4.114 K u n n o s s a p i t o t i i v i s t y s

Kunnossapitotiivistyksestä on suoritettu 20 kappaletta menekkitutkimuksia. Tutkimustulokset on esitetty taulukossa 4.114a.

T a u l u k k o 4.114a. Yksikköajat ja keskimääräiset työvaiheenaikaiset K3-kapasiteetit sitomattoman kerroksen kunnossapitotiivistyksessä.

Kerros		Kantava			Jakava	
täryjyrä JT		03	05	07	03	05
Yksikkö aika (h/ha)	rajat	2,3-6,1	1,1-1,8	1,1-2,7	16-20	10-19
	keskim	4,42	1,45	1,89	18,0	15,0
tv K3 (a/h)keskim		22,6	69,0	52,9	5,55	6,65
tutkimuksia (kpl)		7	2	2	3	3

Taulukossa 4.114a esitettyjen tulosten lisäksi on yhdessä tapauksessa todettu kantavan kerroksen kunnossapitotasoituksen jälkeisessä tiivistyksessä täryjyrän JT07 aikamenekin olleen 4,36 h/ha. Vastaava työvaiheen aikainen K3-kapasiteetti on 22,9 a/h.

Tärysullojää (Lima Roadbacker) on käytetty kantavan kerroksen kunnossapitotiivistyksessä kahdessa tapauksessa. Yksikköaika on 2,7 - 3,2, keskimäärin 2,95 h/ha ja työvaiheen aikainen K3-kapasiteetti noin 34 a/h.

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta täryjyrien JT05 ja JT07 kunnossapitotiivistystyössä tehokkuudeltaan suunnilleen vastaavan toisiaan. Sensijaan täryjyrän JT03 kapasiteetti jää noin kolmannekseen edellisten arvoista.

Jakavan kerroksen tiivistystyön tarve tutkimuksen puitteissa katsottuna näyttää noin 5 - 10 kertaiselta verrattuna kanta-
van kerroksen työmääriin. Syytä ei tämän tutkimusmateriaalin
puitteissa voida selvittää.

4.12 KUNNOSSAPITOTYÖMÄÄRÄT JA MATERIAALIMENEKKI

Kunnossapitotyömäärät voidaan laskea kyseisessä työssä
saavutettujen kapasiteettien ja työn toistuvuuden perusteella.
Toistuvuuden selvittämiseksi on käytettävissä taulukossa 4.12a
esitetyt tutkimustulokset.

T a u l u k k o 4.12a Kunnossapitotöiden toistuvuudet
(kertaa/ kk).

KKVL (hay/sek)	Lämpö- tila keskim.(°C)	sade- päiv. kk:ssa	toistuvuus (kertaa / kk)			
			tasoitus	kastelu	suolaus	tiivis- tys
910	18	2	3,80	9,50	0,38	0,63
1920	17	4	2,86	29,0	0,48	1,43
700	15	2	2,10	30,0	-	1,40
1730	26	2	2,19	6,0	0,55	1,09
2230	15	5	1,14	-	1,70	0,57
1460	19	2	4,90	15,5	0,79	2,43
1460	19	3	2,92	23,5	-	-

Toistuvuus (kertaa/kk) on tutkimusaikana esiintyneiden työtapah-
tumieh lukumäärä jaettuna tutkimustuloksen kestolle (kk).
Työtapah-
tumaksi on luettu koko tutkimusalueen kattava tapahtuma-
ketju, toisin sanoen työtapah-
tumalla tässä yhteydessä ymmärretään
tutkimusalueen kertakäsittelyä.

Käsittelyjärjestys voi olla ajallisesti ja alueellisesti mielivaltaisen.

4.121 T a s o i t u s

Tasoitustyön toistuvuus on vaihdellut välillä 1,14 - 4,90 kertaa/kk ollen keskimäärin 2,84 kertaa/kk. Toistuvuus ei tutkimuksen mukaan ole riippuvainen liikennemäärästä.

Riippuvuutta tasointu asteesta voidaan tarkastella kolmella työmaalla suoritettujen havaintojen perusteella (taulukko 4.121a).

T a u l u k k o 4.121a. Kunnossapitotasoinituksen toistuvuus tasointuasteittain kone TH14

KKVL (hay/vrk)	Tasauskertoja (kpl/kk)					yht.	Tasaustyö (h/ha/kk)
	Tasoituseste						keskimäärin
	1	2	3	4	5		
910	2,28	1,14	0,38	-	-	3,80	4,63
1920	-	1,43	0,95	0,48	-	2,86	6,47
700	-	-	1,40	-	0,70	2,10	7,56

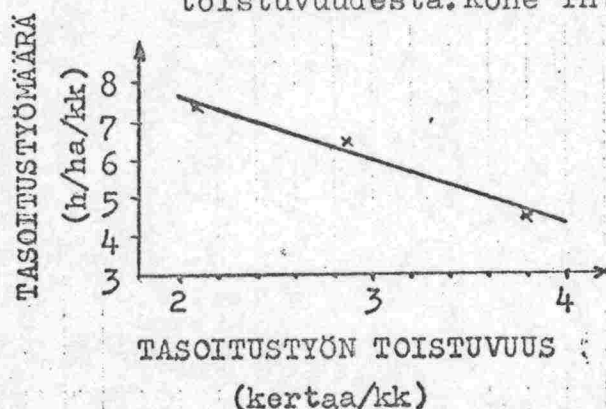
Tasointustyön aikamenekit on laskettu keskimääräisten työnvaiheenaikaisten K3-kapasiteettien mukaan.

Taulukon 4.121a tutkimustuloksista voidaan todeta seuraavaa:

- Kevyet tasointuasteet edellyttävät suurta, raskaat pientä työn toistuvuutta
- Tasointustyömäärä (Y) (h/ha/kk) ja työn toistuvuus (X) (kpl/kk) suhtautuvat toisiinsa likimäärin yhtälön $Y=11,0 - 1,65 X$ mukaisesti X:n arvoilla 2,0 - 4,0. Lauseke on ratkaistu graafisesti (kuvio 4.121A).

Taulukon 4.12a mukaan voidaan lisäksi havaita runsaan suolauksen (1,70 kertaa/kk a' 1,1 ton suolaa/km) vähentäneen tasoitus kertojen toistuvuutta. Sensijaan vähäisellä suolankäytöllä (alle 0,8 kertaa/kk a' 0,2-0,5 ton/km) ei ole sanottavaa vaikutusta (taulukko 4.12a)

K U V I O 4.121A Tasoitustyömäärän riippuvuus työn-
toistuvuudesta. Kone TH14



Kunnossapitotasoituksessa ei ole yhtä tapausta lukuunottamatta kirjattu käytetyksi kiviainesta. Ainoa havainto koskee kuoppien paikkausta, ja materiaalimenekki on tässä tapauksessa ollut 16 m^3 itd/km. Voidaankin olettaa liikenteen kulutuksen aiheut-
taman kiviaineksen lisäystarpeen sisältyvän viimeistely-
massoihin. On kuitenkin todettava kunnossapitokauden aikaisten korkeushavaintojen puuttuvan, joten liikenteen kulutusta ei voida tämän tutkimuksen puitteissa ratkaista.

4.122 P ö l y n s i d o n t a

Pölynsidonnassa on käytetty pääasiassa vettä ja / tai tiesuolaa (taulukko 4.12a). Kastelun toistuvuus on vaihdellut välillä 0 - 30 kertaa kuukaudessa, suolauksen välillä 0 - 1,70 kertaa kuukaudessa. Ottaen huomioon eri tutkimusalueilla vallinneet, lähes toisiaan vastanneet sääolosuhteet voidaan todeta käytet-
tyjen pölynsidontakertojen vaihdelleen huomattavasti ja olleen

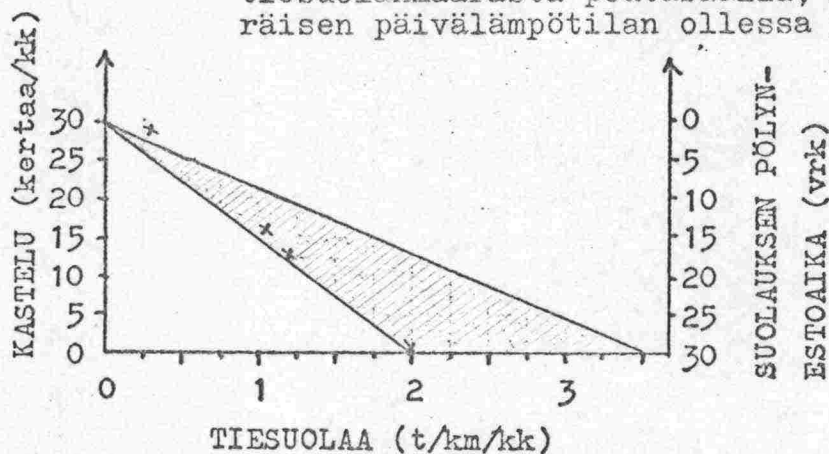
eräissä tapauksissa ilmeisesti riittämättömän (taulukko 4.12a)

Suolauksen ja kastelun toistuvuuden välisen riippuvuuden selvittämiseksi on käytettävissä seuraavat tutkimuksen aikana tehdyt havainnot:

- 1) Poutasäällä on kastelu suoritettava päivittäin
- 2) Suolaus 0,5 t/km estää tien pölyämisen poutasäällä n. 4 päivän ajaksi.
- 3) Suolaus 1,2 t/km estää tien pölyämisen poutasäällä n. 10 päivän ajaksi.

Yhdistämällä edellämainitut havainnot, sekä tutkimuksen aikana todetut kastelun toistuvuudet ja käytetyt tiesuolamäärät, saadaan näille pölynsidontamuodoille kuvion 4.122A mukainen riippuvuus.

K u v i o 4.122A. Kastelukertojen riippuvuus käytetystä tiesuolamäärästä poutasäällä, keskimääräisen päivälämpötilan ollessa yli 15°C



Kuvio perustuu kahdella työmaalla tehtyihin pölynestoa koskeviin havaintoihin, sekä yhdellä työmaalla käytettyyn tiesuolamäärään ja suolauksen toistuvuuteen. Päivittäinen (kastelukerran) kasteluvesimäärän tarve voidaan arvioida taulukon 4.112d, tai kuvion 4.112D avulla.

Suolauksen yhteydessä on tie yleensä kasteltu kertaalleen vesimäärän ollessa 6,0 - 12,0 m³/ha.

Yhden kunnossapitotutkimuksen yhteydessä on tehty eri pölynsidonta-aineita ja seossuhteita koskeva vertaileva tutkimus:

1. CaCl₂ 1,5 ton/km/kerta
2. CaCl₂ 0,75 ton/km/kerta + NaCl 0,75 ton/km/kerta
3. 6,5 % lipeäliuos 10 m³ /km/kerta
4. 13,0 % lipeäliuos 10 m³/km/kerta
5. Vesi 10 m³/km/kerta

Tutkimus on kestänyt 17 vrk (10.6 - 27.6.1970)

Päivälämpötila on ollut 14°C - 24°C ja liikennemäärä n. 1700 hay/vrk. Kukin koeosuus (300m) on pyritty pitämään pölymättömänä tutkimuksen ajan. Tutkimusaikana on ollut ainoastaan kaksi sadepäivää jakson loppuosalla.

Tutkimustulokset on koottu taulukkoon 4.112a.

T a u l u k k o 4.112a Vertaileva pölynsidontatutkimus.

Pölyn sid. aine	työkertoja (kpl)						ajomatka (km)	kust.yht. (mk/km/kk)
	tasoi- tus	kast. (vesi)	CaCl ₂	CaCl ₂ +NaCl	lipeä 6,5%	lipeä 13,0%		
1	1	1	2	-	-	-	4	1370,-
2	1	1	-	2	-	-	4	1230,-
3	2	4	-	-	4	-	23	860,-
4	2	4	-	-	-	4	23	1230,-
5	2	39	-	-	-	-	0-1	1100,-

Tutkimuksen mukaan kustannuksiltaan edullisimmiksi pölynsidonta-aineiksi osoittautuu 6,5 % lipeäliuos ja vesi.

Lipeäliuoksen haittatekijöiksi on mainittu käsittelyn yhteydessä syntyvän n. 5 cm paksun kovan kerroksen särkyminen kuopille noin 2 vrk kuluessa käsittelyn jälkeen, sekä sateella ilmenevä roiskuva vaahto. Vesikastelun varjopuolena on käsittelytarpeen jatkuvuus. Tiesuolan käyttö on tutkimuksen mukaan kallein pölynsidontatapa.

Tutkimus ei anna täysin luotettavaa kuvaa eri pölynsidonta-aineiden paremmuudesta. Tähän vaikuttavat reuraavat syyt:

1. Sää on tutkimusaikana ollut normaalia kuivempi.

Tästä johtuen vesikastelun kustannukset ovat ilmeisesti normaalia suuremmat, lisäksi lipeän haittavaikutukset (vaahto) ei ole täysin tullut esiin.

2. Tiesuolan käyttö on ollut ilmeisesti liian runsasta, koska tie ei ole pölynnyt suolauksen uusintavaiheessa, eikä tutkimuksen päättyessä. Ottaen huomioon, että tiesuolaa käytettäessä materiaalikustannukset ovat noin 65 % kokonaiskustannuksista, voidaan todeta tiesuolan vertailukustannuksen olevan liian suuren.

Lähtemällä erään tutkimuksen yhteydessä tehdystä havainnosta, "1,2 ton CaCl_2 /km sitoo pölyn poutasäällä 10 vrk ajaksi", saadaan käsiteltävän tutkimuksen olosuhteita vastaavaksi tiesuolan vertailukustannukseksi n. 800 mk/km/kk. Summa vastaa suunnilleen tutkimuksessa edullisimmaksi todetun pölynsidonta-aineen, 6,5 % lipeäliuoksen vertailukustannusta.

Edellä esitetyt näkökohdat huomioon ottaen voidaan todeta pölynsidonta-aineiden taloudellisuusvertailun vaativan vielä lisätutkimuksia.

4.123 T i i v i s t y s

Tiivistystyötä on kunnossapitotarkoituksessa suoritettu joko tasaustyon yhteydessä, tai muusta syystä irronneen kerroksen pintaosan kiinnittämiseksi. Tiivistystyön toistuvuus on esitetty taulukossa 4.123b.

T a u l u k k o 4.123b. Kunnossapitotiivistystyön toistuvuus.

Kerros	toistuvuus(kertaa/kk)		havaintoja (kpl)
	vaihtelualue	keskim.	
Jakava	1,09-2,43	1,76	2
Kantava	0 - 1,43	0,81	5

Tiivistystyötä on suoritettu sekä valikoiden (irtonaiset alueet), että systemaattisesti (tasauksen jälkeen). Ilmeistä on, että tiivistystyön ja raskaimpien tasoitusten toistuvuuksien välillä on riippuvuus. Käytettävissä oleva tutkimusmateriaali ei kuitenkaan oikeuta tämän suuntaisten johtopäätösten tekoon. Voidaan vain todeta jakavan kerroksen vaativan keskimääräisesti useammin tiivistystä kuin kantavan kerroksen. Syytä ei tutkimusmateriaalin puitteissa voida selvittää.

4.2 S i t o m a t t o m a n k e r r o k s e n v i i m e i s - t e l y

4.21 K A P A S I T E E T I T J A A I K A K E R T O I M E T

4.211 T a s o i t u s

Viimeistelytasoituksesta suoritettut lisäaikatutkimukset on taulukoitu liitteessä 7 ja menekkitutkimukset liitteessä 8.

T Y Ö N V A I H E E N A I K A I S E T A I K A - J A M A T E R I A A L I M E N E K I T

Työnvaiheen aikainen K3 - kapasiteetti

T a u l u k k o 4.211a Menekkitutkimukset tiehöylän työnvaiheen aikaisen K3-kapasiteetin määrittämiseksi. Kapasiteetit ovat tasoituskapasiteetteja.

tutk.n:o	menekki (h/ha)	K3(atd/h)	ala (ha)
1	10,0	10,0	7,4
2	8,0	12,5	9,5
3 TH10	17,0	5,9	1,1
4	20,0	5,0	7,4
5	7,2	13,9	1,7
6	6,2	16,2	8,1
7	7,0	14,3	6,9
8	15,4	6,5	2,2
9	12,5	8,0	7,5
10	37,9	2,6	5,6
11	33,0	3,0	9,5
12	18,5	5,4	7,7
13	16,0	6,3	5,9
14	12,0	8,3	5,9
15	10,5	9,5	3,8
16	13,7	7,3	3,8
17	7,0	14,3	3,8
18	13,0	7,7	4,2
19	19,0	5,3	0,5
20	12,0	8,3	6,9
1a	7,0	13,5	7,4

Työvaiheen aikaiset K3 kapasiteetit ryhmittyvät suuruusluokaltaan kahteen viimeistelyn luonteen mukaiseen luokkaan (kuvio 4.211A).

1. Karkea viimeistely
2. Lopullinen viimeistely

Luokkaan 1. kuuluvaksi luetaan kerroksen ylimalkaiseen oikaisuun ja muotoiluun, sekä lisätyn kiviaineksen tasoitukseen kuuluvat työt. Luokkaan 2. kuuluvat työt tehdään karkean viimeistelyn jälkeen kerroksen muodon, tasaisuuden ja korkeusaseman saattamiseksi lopulliseen kuntoon.

Lisäaikatutkimukset mukaan lukien voidaan työnkuvausten perusteella 60 % (9 havaintoa) karkeaan viimeistelyyn, ja 50 % (8 havaintoa) lopulliseen viimeistelyyn kuuluvista tuloksista sijoittaa asianomaiseen luokkaan. Muut tutkimukset voidaan ryhmitellä vain tuloksia vertailemalla.

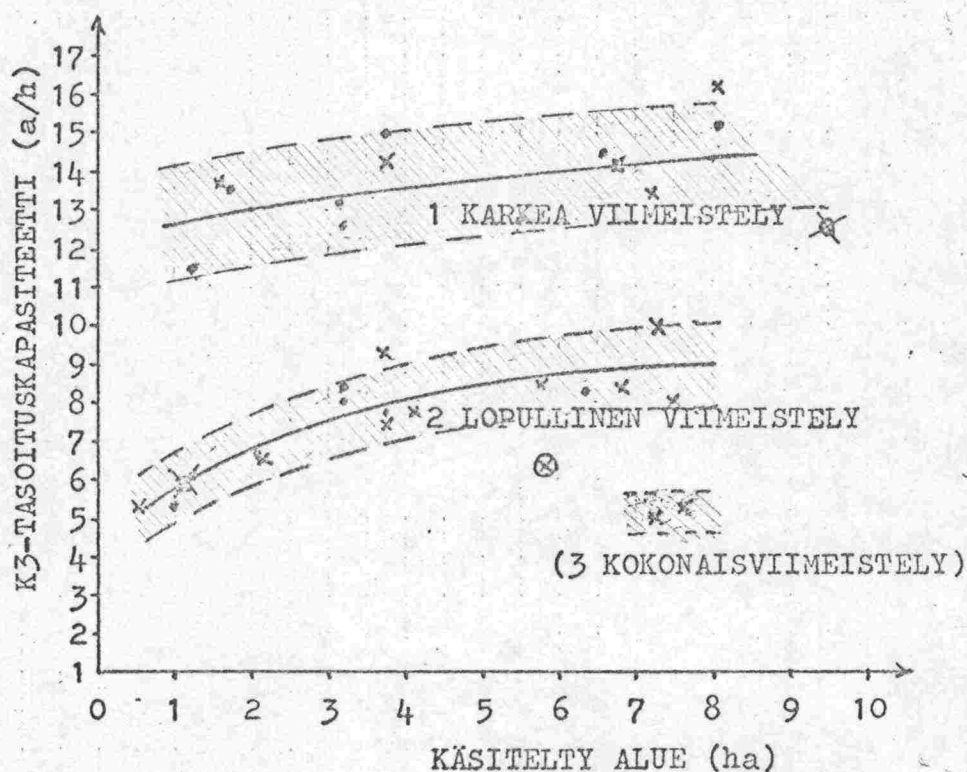
Edellä käsiteltyjen luokkien alapuolelle jää vielä kolmas ryhmä. Tutkimuksista ei käy selvästi ilmi syy ko alaryhmän muodostumiseen. Laskennallisesti voidaan todeta, että on mahdollista tälle alueelle jäävien kapasiteettien sisältävän sekä karkean, että lopullisen viimeistelyn $[1:(1:14+1:9)] = 5,4$. Lisäksi ovat poikkeukselliset olosuhteet, suuri massankäsittelytarve, päällystyskaluston heikko kapasiteetti tms. voineet vaikuttaa tiehöylän yksikköaikaa lisäävästi.

Koska menekki- ja lisäaikatutkimukset tässä tapauksessa kestoiltaan ja tarkkuudeltaan suunnilleen vastaavat toisiaan, on menekkitutkimusten tueksi olettu lisäainatutkimusten korjaa-

mattomat K3-tasoituskapasiteettien arvot (liite 7).

Tutkimustulokset on esitetty kuviossa 4.211A.

K u v i o 4.211A. Tiehöylän TH14 työnvaiheen aikaiset K3-kapasiteetit kantavan kerroksen sitomattoman osan viimeistelytyössä, kapasiteetit ovat tasoituskapasiteetteja.



Kuvaajat on piirretty silmämääräisesti

Merkinnät

x = menekkitutkimuksella todettu havainto

⊗ = TVL:n omistama kone

⊠ = 2- tai 3-vuorotyö

⊗ = TH10

. = Lisäainatutkimuksen korjaamaton K3-arvo

Kaikissa tapauksissa on työssä käytetty kuvion 4.111B tyyppiä

B olevaa työmenetelmää peruutusmatkan ollessa 100 - 200 m.

Valituista selittäjistä tasoituksen luonteen mukaisen jaottelun ja tv K3-kapasiteetin välinen korrelaatiokerroin on 0,93. Vastaava kerroin käsitellyn pinta-alan kuutiojuurella on 0,52. Jako korkeaan- ja lopulliseen viimeistelyyn selittää materiaalista 86 %. Ottamalla käsitelty pinta-ala lisäselittäjäksi, paranee selitysarvo 90 prosenttiin. F-arvo viimeistelyn luonteen mukaiselle jaottelulle on 181,7 ja pinta-alan kuutiojuurelle 12,8. T-luvut molempien selittäjien regressiofunktioille ovat:

vakiolle -1,48

viimeistelyn luonteen mukaiselle jaottelulle 13,8

pinta-alan kuutiojuurelle 3,57

Selitysvirheiden hajonta on noin 10 % materiaalin keskiarvosta (liite 11).

Voidaan todeta, että materiaali on voitu selittää tilastollisesti hyvin. Selittämättä jää havaintotietojen puutteen vuoksi syy pinta-alan ja tasoituskapasiteettien keskimääräiseen riippuvuuteen. Lisäksi on todettava laatuhavaintojen puuttuvan.

T y ö r y h m ä t

Suoritettujen tutkimusten aikana viimeistelytyössä käytetyt työryhmät ilmenevät liitteestä 8.

Tiehöyliä on työryhmään kuulunut 19:ssä tapauksessa 22:sta yksi ja kolmessa tapauksessa kaksi kappaletta. Kahta tiehöyliä käytettäessä on toinen suorittanut karkean toinen lopullisen viimeistelyn. Se, milloin tarvitaan kaksi tai useampia tie-

höyliä riippuu työn aikataulusta ja voidaan tarve arvioida kuvion 4.211A perusteella.

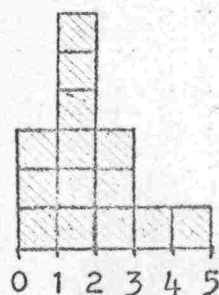
Työnjohtohenkilökuntaa, aputyövoimaa ja ylösottohenkilökuntaa on tutkimuksen mukaan ollut vain muutamilla työmailla. Työnjohto ja aputyö (opastus) voidaan kuitenkin ko työssä katsoa välttämättömäksi, joten näiden tarve voidaan ratkaista pelkästään niiden tutkimusten perusteella, joissa po työvoimaa on merkitty käytetyksi.

Työnjohtajia on kuudessa tapauksessa kirjattu ryhmään kuuluvaksi yksi ja kolmessa tapauksessa 0,5. Työnjohtajien lukumäärä on riippumaton höylien lukumäärästä. Ilmeistä on ,että mikäli työnjohtajan tehtäväksi voidaan antaa myös muita paikallisia tehtäviä (jyrien valvonta tms.), riittää puolet hänen työajastaan viimeistelytasoituksen valvontaan. Muussa tapauksessa on ryhmän yksikköaikaan laskettava työnjohtajalle tiehöyliä vastaava aika.

Aputyövoimaa (sekamiehiä) on käytetty työryhmässä 15 tapauksessa 0,5 - 4 kappaletta. Aputyömiesten lukumäärän jakautuma ilmenee kuviossa 4.211B

K u v i o 4.211B.

Aputyövoiman jakautuminen sitomattoman kerroksen viimeistelytasoitus-työryhmässä:



Aputyövoiman määrä on täysin satunnainen ja riippumaton esim. höyläkaluston lukumäärästä. Ottaen huomioon viimeistelytyön tarkkuusvaatimukset, on kuitenkin tarpeellisena aputyövoimamääränä pidettävä yhtä miestä höylää kohti opastamaan höylän kuljettajaa, sekä lisäksi kahta miestä työryhmää kohti tasaisuus ym. tarkistustehtäviin (8).

Ylösottajia on työryhmään kuuluvaksi kirjattu kahdeksassa tapauksessa lukumäärän vaihdellessa 0,3:sta kahteen.

Kahdessa tapauksessa ylösottaja on toiminut toisen tiehöylän apumiehenä, joten näiltä osin heidät voidaan katsoa sisältyvän edellä käsiteltyjen apumiesten joukkoon. Koska viimeistelyvaiheessa käsiteltävät massamäärät ovat pieniä voidaan ajatella kirjaamisen järjestelyn mahdollisuuksista riippuen ottaa työryhmään nollasta yhteen ylösottajaa, jolloin ko. henkilön kirjattavaksi voidaan antaa mahdollisesti myös muiden lähitöllä olevien työkohteiden massamenekit.

Edellä esitetyn perusteella saadaan viimeistelytasoituksessa kysymykseen tulevat taulukon 4.211b mukaiset työryhmät.

T a u l u k k o 4.211b Työryhmät sitomattoman kerroksen viimeistelytasoituksessa:

Tiehöyliä (TH14)	Työnjohtajia	Aputyömiehiä	Ylösottajia
1	0,5-1	3	0-1
2	1	4	0-1

M a t e r i a a l i m e n e k k i

Kiviaineksen menekistä on tietoja 11 tapauksessa (liite 8)

Tutkimusten mukaan on materiaalimenekki näissä tapauksissa ollut $0,0035 - 0,036 \text{ m}^3/\text{td}/\text{m}^2/\text{td}$ mursketta, tai murskesoraa #0-18 mm. Materiaalimenekki riippuu lähinnä työn valmiusasteesta ja rakenteen kunnosta viimeistelyvaiheen alkaessa. Näistä ei kuitenkaan ole tietoa, joten pitemmälle meneviä johtopäätöksiä ei voida tehdä.

Vettä on kirjattu käytetyksi kolmessa tapauksessa $0,0032 - 0,0104 \text{ m}^3/\text{m}^2$. Keskimäärin vedenkäyttö vastaa 8 mm sadetta. Huomattava on, että kyseinen vesimäärä on ajettu tiehöylille työstettävyyden parantamiseksi. Viimeistelytyön aikana käytetty kokonaisvesimäärä sensijaan on käsitelty kohdassa 4.212.

L I S Ä A I K A T U T K I M U K S E T

Tiehöylän TH14 menetelmäkapasiteettien K2 ja käyttökertoimen C2 määrittämiseksi on käytössä 15 kpl lisäaikatutkimuksia (liite 7). Tutkimustulokset on korjattu vastaamaan vuokra-koneiden ajanköyttöä (tankkaus ja huoltoajat poistettu), sekä hyvää suoritustasoa. Viimeksimainitussa korjaustoimenpiteessä on noudatettu seuraavia TVH:ssa käytössä olevia periaatteita.

1. Vastaavanlaatuissa töissä on tahdistushäiriöitä sallittu 11 % T-3 ajasta (1 tapaus)
2. Kahvitauko on 12 min (osuus C2:teen = 0,05)
3. Muita henkilökohtaisia taukoja saa olla kahvitaukoja vastaava määrä

Korjatut tutkimustulokset on esitetty taulukossa 4.211c

T a u l u k k o 4.211c. Tiehöylän TH14 korjatut K2 kapasiteetit ja C2-kertoimet sitomattoman kerroksen viimeistelytyössä.

Tutk.N:o	K2-kap.(a/h)	C2	Käsitelty ala (ha)
1	15,4	0,12	3,2
2	9,0	0,11	0,7
3	14,9	0,09	3,7
4	9,5	0,12	3,3
5	8,9	0,15	3,3
6	7,3	0,22	1,1
7	7,5	0,19	0,7
8	17,7	0,18	5,5
9	9,8	0,18	3,2
10	15,8	0,16	3,3
11	18,6	0,13	8,1
12	21,3	0,18	6,9
13	9,4	0,15	2,2
14	14,6	0,05	1,7
15	7,8	0,10	1,5

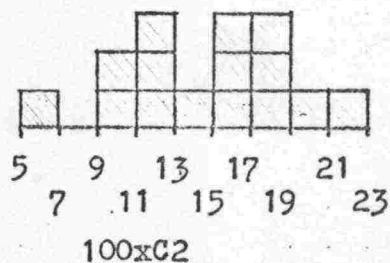
K ä y t t ö k e r r o i n C2

Korjatut käyttökertoimet on esitetty taulukossa 4.211c ja kuviossa 4.211c

Kuvio 4.211c. Käyttökertoimen C2 jakautuma sitomattoman kerroksen viimeistelytasoitustyössä. Kone TH14:

Keskiarvo = 0,142

Keskihajonta = 0,042



Käyttökerroin C2 on lähinnä satunnaissuure. Keskimääräinen C2-arvo = 0,14 ja 95 % todennäköisyydellä kerroin C2 asettuu välille 0,058 - 0,226. Käyttäen 68 % todennäköisyyttä, saadaan C2 kertoimelle arvo $0,142 \pm 0,042$. Käyttökertoimeen sisältyvät tekijät on esitetty taulukossa 4.211d

T a u l u k k o 4.211d. Käyttökertoimen C2 sisältyvät tekijät sitomattoman kerroksen viimeistely-tasoitustyössä. Kone TH14.

Tekijä	Vaikutus
Konerikot (kesto alle 1 h	0,004
Työnjohdon ohjeet	0,028
Muun työn aiheuttama este	0,018
Kahvitauot	0,050
Myöhäiset aloitukset, aikaiset lopetukset	0,029
Tupakkatauot	0,006
Muut tauot	0,004
Työmaan sisäiset siirrot	0,003
Keskimäärin	0,142

TVL:n omistamille koneille on tutkimusten mukaan lisättävä huolto- ja tankkausajoista johtuen C2-kertoimen noin 1 %. Vastaavan suurinen nousu voidaan todeta yleisen liikenteen noustessa arvioon 1700 - 2000 hay/h.

Edellä esitettyyn perustuen on keskimääräiset C2-kertoimet koottu taulukkoon 4.211e.

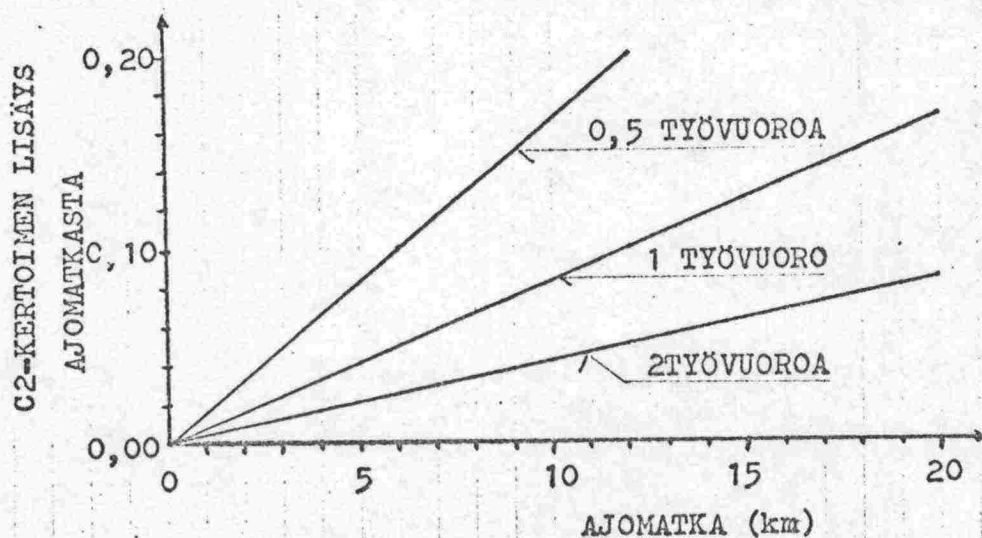
T a u l u k k o 4.211e. Keskimääräiset C2-kertoimet sito-mattoman kerroksen viimeistelytasoi-tustyössä. Kone TH14.

Liikenne	Vuokrakone	TVL:n oma kone
< 1700(hay/vrk)	0,14	0,15
n. 2000 (hay/vrk)	0,15	0,16

Poikkeuksellisten häiriöiden kuten materiaalin odotuksen (vajaa autokalusto) tai päällystystöissä ilmenneiden vaiku-tuksien on todeftu aiheutuneen satunnaisesti jopa 0,11-0,20 suuruisen lisän C2-kertoimeena.

Mikäli TVL:n oma kone käyttää työaika kulkemiseen esim. tiemestarin tukikohdasta työmaalle, on tämä otettava huomioon joko työaika vastavasti lyhentämällä tai C2-kerrointa nostamalla. Ajomatkan aiheuttaman C2-kertoimen lisäyksen arvioimiseksi on piirretty kuvio 4.211D. Kuvio on laadittu käyttämällä tiehöylälle sallittua ajonopeutta = 30 km/h.

K u v i o 4.211D. Ajomatkan vaikutus viimeistelytasoituksen C2-kertoimeen tukikohdan ja työmaan etäi-syyden mukaan mikäli työaika käytetään tiehöylän siirtoon työmaalle. Kone TH14



Kuviossa 4.211D on huomioitu koneen työmaalle tuloon ja tukikohtaan palaamiseen tarvittavat ajat ko. etäisyydeltä. Kuvion käyttö tulee kysymykseen vain TVL:n omien koneiden työvuorottaista suorituskyyä arvioitaessa edellä esitetyissä tapauksissa.

M e n e t e l m ä k a p a s i t e e t t i K 2

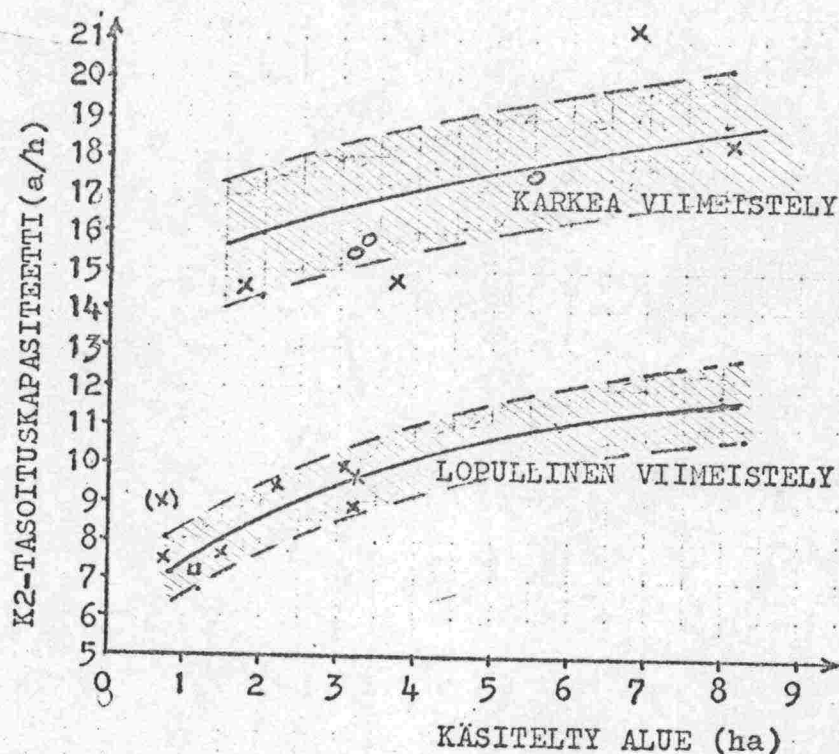
Työmenetelmä kaikissa tapauksissa on ollut kuvion 4.11B tyyppin B mukainen. Korjatut K2-kapasiteetit on esitetty taulukossa 4.211c.

Sitomattoman kantavan kerroksen viimeistelytasointu jakaantuu kuvion 4.211A mukaan karkeaan viimeistelyyn ja lopulliseen viimeistelyyn. Tutkimuksissa määritellyt K2-kapasiteetit voidaan ryhmitellä vastaaviin viimeistelymuotoihin kuuluviksi. Vastaavasti jakaantuvat K2-kapasiteetit käsitellyn pinta-alan mukaan.

Havaintomateriaalia on pyritty täydentämään laskemalla K2-funktiot lähtien kuvion 4.211A käyristä. Laskelmissa on käytetty hyväksi edellä määriteltä keskimääräistä C2-kerrointa = 0,142, sekä C2-kertoimeen tehtyä keskimääräistä korjausta $C = 0,053$. Tästä saadaan K2-kapasiteetin laskemiseksi lauseke $K2 = K3 / [1 - (C2 + C)]$. Vastaavalla tavalla on määrätty 95 % varmuusrajat vastaavien C2-kertoimen varmuusrajojen mukaan.

Tutkimustulokset (taulukko 4.211c) ja edellä esitetyllä tavalla määritetyt K2-kapasiteetit on esitetty kuviossa 4.211E.

K u v i o 4.211E Tiehöylän TH14 K2-kapasiteetit sitomattoman kerroksen viimeistelytasoituksessa.



1 = karkea viimeistely

2 = lopullinen viimeistely

———— = K3-kapasiteetistä määriteltä kuvaaja

----- = 95 % varmuusraja C2-kert. mukaan

X = havainto kantavan kerroksen alaosalta

O = havainto jakavalta kerrokselta

□ = THIO

Lopullisesta viimeistelystä lisäaikatutkimuksilla mitatut K2-kapasiteetti-arvot sijoittuvat tyydyttävästi lasketulle kuvaajalle. Karkean viimeistelyn vastaavien arvojen regressiokäyrä sensijaan ilmeisesti leikkaa laskennallisesti määritellyn kuvaajan. Havaintomateriaalin niukkuus ja epäkomogeenisuus eivät kuitenkaan oikeuta lopullisten johtopäätösten tekoon.

4.212 K a s t e l u

L I S Ä A I K A T U T K I M U K S E T

Sitomattoman kerroksen viimeistelykastelusta on käytettävissä 5 kpl lisäaikatutkimuksia. Tutkimuksen aikana suoritettun ajomatkan mukaisen aika- ja materiaalimenekin ryhmitelyn mukaan on K2-kapasiteetti määrättävissä.

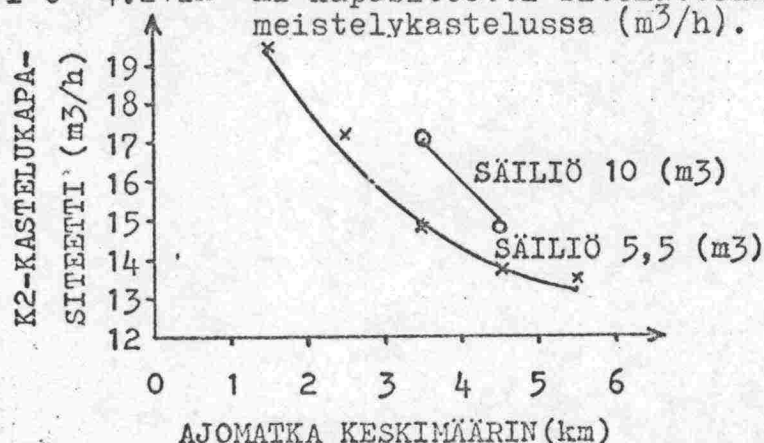
Tutkimustulokset on esitetty taulukossa 4.212a.

T a u l u k k o 4.212a. Menetelmäkapasiteetit sitomattoman kerroksen viimeistelykastelussa.

Ajomatka (km)	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	3-4	4-5
K2 (m^3/h)	19,5	17,3	14,9	13,8	13,5	17,0	14,7
Säiliö (m^3)	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	10,0	10,0
Kuormia (kpl)	72	4	244	3	194	22	20

Ottamalla huomioon taulukon 4.212a arvot ja K2-kapasiteetin kohdassa 4.112 määriteltä hyperbelinen muoto, saadaan menetelmäkapasiteetille kuvion 4.212A mukainen kuvaaja.

K U V I O 4.212A K2-kapasiteetti sitomattoman kerroksen viimeistelykastelussa (m^3/h).



x säiliön tilavuus 5,5 m^3 . 2 aukk. kastelulaite

o säiliötilavuus 10,0 m^3 , kastelulaite siiviläputki

C2-kertoimen määrittämiseksi on käytettävissä viisi havaintoa. Näistä yksi vastaa aikapalkan mukaan hinnoiteltua työtä ja on arvoltaan 0,16. Muut neljä koskevat urakkapalkalla tehtyä työtä ja ovat suuruudeltaan 0,004 - 0,007, keskimäärin 0,006. Huomattava on, että viimeksi mainitussa tapauksessa autonkuljettaja ei ole pitänyt kahvitaukoja, vaan C2-kerroin koostuu pelkästään työnjohdon ohjeidenantoajoista, liikennehaitoista ja kuljettajan henkilökohtaisista tauoista. Käytännössä K3-kapasiteettia arvioitaessa on tästä syystä huomioitava kahvitauon vaikutus lisäaikakertoimeen $=0,05$, jolloin C2-kertoimen keskimääräiseksi arvoksi saadaan 0,07.

A I K A - J A M A T E R I A A L I M E N E K I T

Suoritetuista menekkitutkimuksisista voidaan luotettavasti vain kahdessa tapauksessa määrittää työnvaiheen aikainen K3-kapasiteetti. Säiliötilavuuden ollessa 5 m^3 , ajomatkan n. 3,5 km ja pumppaustehon n. $1,0 \text{ m}^3/\text{min}$ on työnvaiheen K3-kapasiteetin todettu olevan $11,4 \text{ m}^3/\text{h}$. Veden levityslaitteena on tällöin ollut siiviläputki. Tulos vastaa samanlaisissa olosuhteissa kunnossapitokastelussa todettuja tv K3-kapasiteettiarvoja. Käytettäessä $10,0 \text{ m}^3$ säiliötä ja $2,0 \text{ m}^3/\text{min}$ nimellistuottoista pumppua on tvK3-kapasiteetin todettu olevan $23,2 \text{ m}^3/\text{h}$. Ajomatka on tällöin ollut 4,8 km. Kolmen tutkimustuloksen mukaan kastelumäärä on vaihdellut välillä 220 - $480 \text{ m}^3/\text{ha}$, keskimääräisen arvon ollessa $380 \text{ m}^3/\text{ha}$. Kastelu vastaa noin 40 mm sadetta.

Huomattava on, että tähän määrään sisältyy viimeistelyn määrittelyn mukaan myös kunnossapidollista kastelua.

Yhdellä työmaalla on kasteluauton mukana ollut yksi sekatyömiestä ylösottajana. Mikäli kuormat voidaan muulla tavalla kirjata, on menettelyä pidettävä tarpeettomana. Sensijaan kasteluveden tarpeen ja ajokaluston kokonaiskapasiteetin lähennellessä pumpun nettotuottoa voidaan pitää perusteltuna yhden sekatyömiehen sijoittamista hoitamaan pumppua.

4.213 T i i v i s t y s

Kantavan kerroksen sitomattoman osan viimeistelytiivistyksessä on käytössä kahdeksan kappaletta menekkitutkimuksia. Tutkimustulokset on koottu taulukkoon 4.213a.

T a u l u k k o 4.213a. Yksikköajat kantavan kerroksen sitomattoman osan viimeistelytiivistyksessä.työryhmittäin (h/ha):

tutk. n:o	Yksikköaika (h/ha)						työryhmän yksikköaika (h/ha)
	täryjyrät			staatt.jyrät		tärysulloja "Road-backer"	
	JT 03	JT 05	JT 07	JK 20	JV 11		
1	-	-	28,8	27,7	-	-	56,5
2	-	-	-	-	-	15,1	15,1
3	23,9	26,2	-	-	-	-	50,1
4	-	-	-	20,0	21,0	-	41,0
5	(120,0)	30,0	-	-	-	-	(150,0)
6	-	21,0	-	-	-	-	21,0
7	-	15,0	-	-	-	-	15,0
8	23,0	-	-	15,0	-	-	38,0

Tutkimustuloksista voidaan todeta viimeistely tiivistyksessä käytettyjen yksikköaikojen vaihtelevan huomattavasti, jopa niin, että raskaammilla jyräyhdistelmillä yksikköaika on suurempi kuin kevyillä. Ottaen huomioon, että käsiteltävänä olevan työvaiheen aikana kerrosten perustiiveyden tulee olla riittävä, voidaan olettaa yksikköaikojen hajonnan johtuvan lähinnä työnjohdon erilaisista näkemyksistä tarpeellisen tiivistyön määrästä. Jyräyskustannusten säästämiseksi on ilmeisesti paikallaan järjestää tutkimus tarpeellisen viimeistelytiivistystyömäärän selvittämiseksi.

Tiivistystyöryhmään on kuulunut yksi sekatyömies ylösottajana.

5. TUTKIMUSTULOSTEN TARKASTELUA

Tutkimusmateriaalin suurimmaksi heikkoudeksi on todettu laatuhavaintojen puuttuminen. Tämä koskee sekä kunnossapito- että viimeistelytyöitä. Tästä syystä ei voida tarkastella suoritettujen töiden riittävyttä tai tarpeellisuutta. Onkin katsottava tarpeelliseksi järjestää lisätutkimus, jossa kiinnitetään huomiota kerroksen laatuun ennen työn alkua ja sen päättyessä. Lisätutkimuksen tavoitteiksi on asetettava:

- 1) laatuluokitusten selvittäminen
- 2) tässä tutkimuksessa saatujen tulosten ja laatuluokitusten välisten riippuvuuksien selvittäminen
- 3) tässä tutkimuksessa saatujen tulosten testaaminen, mikäli testausta ei muuten järjestetä.

Tätä tutkimusta varten kootun materiaalin puitteissa ei ole voitu selvittää muiden työmaatapahdumien mahdollista vaikutusta saatuihin tuloksiin. Edellä mainittu mahdollinen riippuvuus voidaan luotettavasti selvittää vain lisätutkimuksilla.

Seuraavassa tarkastellaan saatuja tutkimustuloksia työvaiheittain.

5.1 Kunnossapitotyöt

TASOITUS

Tiehöylän kunnossapidon tasoituskapasiteettejä määritettäessä on osoittautunut välttämättömäksi ottaa käyt-

töön käsite "tasoitusaste". Tämä jakaa tasoitustyön työ-
määrän perusteella viiteen eri ryhmään. Koska tasoitus-
asteen jakoperusteena on nimenomaan työmäärä, eli työ-
kertojen lukumäärä ja työn vaikeus, on sen tehokkuus tasoi-
tuskapasiteettien selittäjänä ymmärrettävää.

Tasoitusasteiden sisällä kapasiteettiarvoille ei tämän
tutkimusmateriaalin puitteissa ole löydetty selittäjää,
joten kapasiteettien hajonta eri tasoitusasteissa näyt-
täisi satunnaisvaihtelusta aiheutuvaksi.

Tasoitustyön toistuvuudella ja tasoitusasteella on todettu
keskinäinen riippuvuus niin, että kevyitä tasausoituskertoja on
suoritettu useimmin kuin raskaita. Tasoitustyön toistuvuuk-
sien summa, eli kokonaistoistuvuus on todettu riippuvaiseksi
käytetyistä tasoitusasteista niin, että keskimäärin kevyem-
mät tasoitusteet edellyttävät suurempaa kokonaistoistuvuutta
(taulukko 4.121a). Sensijaan suoritettu tutkimus ei anna mitään
selvitystä siitä, milloin on käytettävä raskaita, milloin kevyitä
tasoituksia. Tutkituilla työmailla käytetty tasoitusaste on
ollut työmaakohtainen. Ilmeistä on että tasoitusasteen valin-
taan on vaikuttanut kerroksen kunto työn alkaessa. Olettamusta
ei laatuhavaintojen puuttumisen takia voida todistaa.

Mielenkiintoinen havainto on toteamus tasoitustyömäärän
($h/h_a/kk$) vähenemisestä toistuvuuden kasvaessa (kuvio 4.121A,
taulukko 4.121a). Tämä saa selityksen usein suoritettun tasoi-
tuksen vaatimasta kevyestä tasoitusasteesta, sekä tasoitus-
asteen ja tasoituskapasiteetin voimakkaasta vuorosuhteesta.

Tässä yhteydessä mainittakoon esimerkkinä, että tämän tutkimuksen mukaan yksi syvä tasoitus vaatii noin viisinkertaisen työmäärän (h/ha) verrattuna ylimalkaiseen tasoitukseen. Toisin sanoen viikottain suoritettu ylimalkainen tasoitustasoitus vastaa kulutetulta työajaltaan suunnilleen kerran kuukaudessa suoritettua syvää tasoitusta (taulukot 4.111d ja 4.111f). Koska on ilmeistä, joskaan ei todistettavissa, että tasoitustaso riippuu ainakin jossain määrin tien kuoppaisuudesta työn alkaessa, voidaan edelleen ajatteluun ja saatuihin tutkimustuloksiin turvautumalla pitää tien päästämistä huonoon kuntoon kunnossapitotyötä lisäävänä. Tästä päästään olettamukseen, että usein suoritettu tasoitus paitsi vähentää työhön tarvittavaa aikaa, myös parantaa tien keskimääräistä liikennöitävyyttä. Edellinen olettaus tukeutuu tutkimustuloksiin, jälkimmäinen maastohavaintojen puuttuessa kaipaa lisäselvityksiä.

Liikennemäärän ja sään ei tämän tutkimuksen mukaan voida todeta vaikuttavan tasoitustyömäärään. Sensijaan käyttökertoimeen voidaan todeta liikennehäiriöiden aiheuttavan noin 1 % lisäyksen KKVL:een ollessa n. 2000 hay/vrk. C2-kerroin kunnossapitotasoitustyössä on todettu melko pieneksi (n. 0,10 - 0,12), mikä johtuu lähinnä työn suoraviivaisuudesta ja itsenäisestä luonteesta.

P Ö L Y N S I D O N T A

Pölynsidontaa on suoritettu vesikastelulla, tiesuolalla ja lipeäliuoksella. Kaikissa tapauksissa voidaan todeta kapasiteettien riippuvan:

1. kuormauskapasiteetistä
2. kuorman koosta
3. ajomatkasta
4. purkauskapasiteetistä

Työmaan olosuhteiden merkitystä ei tämän tutkimuksen mukaan voida niiden samanlaatuisuudesta johtuen ratkaista.

K a s t e l u

Kastelun menetelmäkapasiteetit on voitu määrittää erikseen yhden keikka-aikatutkimuksen ja seitsemän lisäaikatutkimuksen perusteella. Voidaan todeta tutkimustulosten suunnilleen vastaavan toisiaan (kuvio 4.112B). Vertailu on mahdollista suorittaa vain 5 m^3 säiliötilavuudelle, levityslaitteen ollessa siiviläputki.

Purkauslaitteen kapasiteetti vaikuttaa kastelukapasiteettiin niin, että merkitys lyhyillä ajomatkoilla on suhteellisesti suurempi kuin pitkillä kuljetusetaisyyksillä ajoajan tullessa määräävämmäksi (kuvio 4.112A). Samaa kuviota vastaavissa olosuhteissa voidaan todeta erotuksen 1 km ajoetaisyydellä olevan noin 30 % ja 7 km ajoetaisyydellä noin 15 %. Prosenttiluvut on laskettu lukuarvoltaan pienemmästä, siiviläputkella varustetun kastelulaitteen kapasiteetti-arvosta. Suuremman kapasi-

teetin omaava kastelukalusto on varustettu kaksiaukkoisella levityslaitteella. Säiliön koon voidaan suoritettujen menekkitutkimusten perusteella todeta nostavan kastelukapasiteetteja. 14 m^3 säiliötä käytettäessä, ajomatkan ollessa 2-4 km on todettu kastelun tvK3-kapasiteetin olleen n. $27 \text{ m}^3/\text{h}$, mikä on noin 2,4-kertainen verrattuna vastaavaan keskimääräiseen 5 m^3 säiliöllä saavutettuun tvK3-kapasiteettiin. Kapasiteetin nouseminen säiliökoon kasvaessa on luonnollista tilavuusyksikköä kohti laskettavan ajoajan säästöistä johtuen. Muilta ajoetäisyyksiltä ei tämän tutkimuksen perusteella voida vastaavaa vertailua tehdä. Ilmeistä kuitenkin on, että ajomatkan kasvaessa suuren säiliön edut tulevat paremmin esiin. Kuljetusmatkan vaikutus kastelukapasiteetteihin on ilmeinen (kuvat 4.112A, B ja C). Kohdan 4.112 keikka-aikatutkimusten yhteydessä on todettu kapasiteetin ja ajoetäisyyden keskinäinen riippuvuus hyperbeliseksi. Sensijaan pumppausvirtaaman vaikutusta ei niiden suuruuksien samankokoisuudesta (n. $1 \text{ m}^3/\text{min}$) johtuen ole käsitelty. Ilmeistä kuitenkin on, että pumpun nettovirtaaman vaikutus kastelukapasiteettiin laskee ajoetäisyyden lisääntyessä, jolloin ajoaika tulee merkittävämmäksi. Tarvittaessa voidaan likimääräisesti laskea tässä tutkimuksessa käsittelemättömien työyksikköjen kastelukapasiteetit lausekkeesta 4.112/1.

Kastelun menetelmäkertoimessa on havaittavissa urakkapalkkion vaikutusta niin, että aikapalkkaus nostaa C2-kerrointa. Tosin kunnossapitokastelussa on aikapalkkausta koskevia havain-
toja vain ikkappale (C2'0,11). Jos huomioidaan lisäksi vastaavan

viimeistelytutkimuksen yhteydessä havaittu arvo (1 kpl)
 $C_2=0,16$, saadaan keskimääräiseksi C_2 -kertoimeksi n. 0,14
 aikapalkkausta käytettäessä. Vastaava C_2 kerroin urakka-
 palkkausta käytettäessä on tutkimusten mukaan 0,80.
 Voidaan siis todeta aikapalkkauksen alentavan kastelun
 keskimääräistä käyttökapasiteettia noin 5 %.

Kastelukertaa ja pinta-alaa kohti käytetyn keskimääräisen
 vesimäärän voidaan todeta riippuvan selvästi lämpötilasta
 (taulukko 4.112d). Määrätyn lämpötilan vallitessa taas on
 todettu vastaavan kastelumäärän riippuvan poutajakson
 pituudesta (kuva 4.112D). Sensijaan kastelun toistuvuus
 on todettu eri tutkimuksissa olleen erittäin vaihtelevan.
 Vaihtelua ei voida selittää yksin samanaikaisesti suoritettun
 suolauksen tai sään perusteella, vaan on lisäksi todettava
 muutamien työmaiden olleen ilmeisesti pölynsidonnain kannalta
 huonossa kunnossa. Oikeana voitaneen pitää erästä havaintoa
 ja kahdella työmaalla vallinnutta käytäntöä, jonka mukaan
 tie on kasteltu poutasäällä päivittäin (lämpötila tutkimusten
 aikana on ollut yleensä yli 15°C). Riittävien pölyämishavain-
 tojen ja laatuluokituksen puuttuessa ei päätelmän paikkansa-
 pitävyyttä voida luotettavasti todeta. Sensijaan voidaan todeta
 lisätutkimusten tarpeellisuus kastelun yhtenäistämiseksi.

S u o l a u s

Tien suolaus on suoritettu joko levittämällä tiesuola kuivana
 samanaikaisen kastelun yhteydessä, tai vesiliukoisena.
 Jälkimmäisessä tapauksessa on todettu käyttökapasiteetin

5 m³ säiliötä ja seossuhdetta 120 kg CaCl₂/1m³ vettä käytettäessä olevan noin 0,85 ton/h (ajomatka= 5 km).

"Kuivasuolaus" on suoritettu hiekanlevittimellä. Hiekanlevittimellä suoritettavan suolauksen kapasiteettikäyrästä (kuvio 4.113A) on johdettu yhdistämällä seuraavat tutkimukset:

- 1) savioratiella tehdyt suolan kuormasta ja levitystä koskevat menekkitutkimukset (6 kpl)
- 2) tämän tutkimuksen yhteydessä kastelun kaikka-aikatutkimuksissa todetut nopeushavainnot (4 kpl)

Tätä selvitystä varten tehdyistä suolaustutkimuksista saadaan kuvionn ainoastaan kaksi pistettä, joista niistäkään ei tiedetä kuormakokoa. Joka tapauksessa voidaan suoritettun tarkastelun perusteella todeta, että käsiteltävänä olevalla menetelmällä suoritettavassa tiesuolan levityksessä voidaan saavuttaa käyttökapasiteettien arvot 2 - 3 ton/h kuormakoon vaihdellessa 4 - 10 ton ja keskimääräisen ajomatkan ollessa alle 18 km.

Vertaamalla liuoksena ja kuivana suoritettujen suolausten käyttökapasiteettien arvoja voidaan todeta jälkimmäisen menetelmän olevan noin 2,5 - 3,0 kertaa tehokkaamman liuoksena suoritettavaa tiesuolan levitystä voitaneenkin pitää lähinnä tilapäisratkaisuna. Käytettäessä jäteliipeäliuosta pölynsidontaan voidaan tarvittavat kapasiteetti-arvot työn vastaavanlaatuisuudesta johtuen ratkaista kastelukapasiteettikäyrien, tai lausekkeen 4.112/1 avulla. Tämän tutkimuksen yhteydessä on todettu lipeöinnin K3-kapasiteetin 11 km ajoetäisyydeltä olevan noin 5 m³/h. Tiedot säiliökoosta, sekä kuormaus ja levityslaitteista

puuttuvat, joten tieto voidaan katsoa erittäin epämääräiseksi.

Vesikastelun ja suolauksen yhteisvaikutusta on tarkasteltu kuviossa 4.112A. Kuvioista voidaan arvioida eri suolamäärien likimäärinen pölynestoaika ja eri suolamäärien lisäksi tarvittavat kastelukerrat kuukauden jaksolle. Koska kuvio perustuu vain muutamiiin havaintoihin, voidaan sitä käyttää ainoastaan karkeisiin arvioihin.

Eri pölynsidontatapojen keskinäisestä taloudellisuusjärjestyksestä on pyritty selvittämään taulukossa 4.112a esitetyssä tutkimuksessa. Käsittelyvaiheessa, kohdassa 4.112 on todettu suoritettun tutkimuksen puutteellisuudet siinä määrin suuriksi, että saatujen tulosten soveltaminen saattaa johtaa virheratkaisuihin pölynestotapaa valittaessa. Tässä yhteydessä voitaneen tähdentää sään ja pitkäaikaisten sääennustusten merkitystä (varsinkin sateisuus) pölynsidontamenetelmän, tai menetelmäyhdistelmän valinnassa.

5.2 KUNNOSSAPI T O S T A N D A R D I T

Tärkeimmät kunnossapitotasoitusta ja pölynsidontaa koskevat tutkimustulokset on koottu standardin muotoon. Seuraavassa esitetyt standardit ovat tilapäisiä, ja niiden vahvistamiselta edellytetään käytännössä valituissa pisteissä suoritettua tai lisätutkimuksiin perustuvaa testausta.

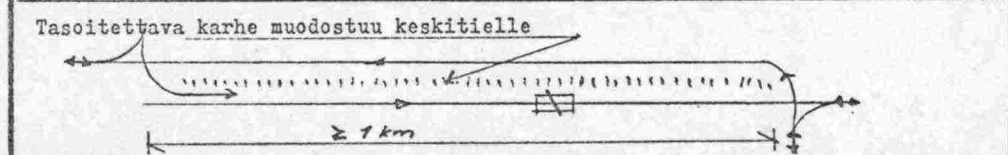
VALTION MAARAKENNUSALA	Sitomaton kerros				
	Kunnossapito	TVH			
	Tasointus	TVH	J-tsto	5	70

Sisältö: Kunnossapitotasointus (TH 14)	Työmenetelmä
--	--------------

Materiaali	Laadintaperusteet
------------	-------------------

Kantavan kerroksen alaosa (Jakava kerros)	Työntutkimukset (27 kpl)
--	--------------------------

Työmenetelmä



Tasointusaste

1. Ylimalkainen tasointus
2. Kevyt tasointus
3. Raskas tasointus
4. Erittäin raskas tasointus
5. Syvä tasointus

Tasointus-aste	Karhe-muodostuu	n	m	n + m	Massojen käsittely
1	ei	2 - 3	-	2 - 3	vähäistä
2	ei	4	-	4	vähäistä
3	kyllä	4	1	5	merkitystä
4	kyllä	4	3	7	huomattavaa
5	kyllä	6	6	12	kerros rikotaan

n = tasointuskertojen lukumäärä
m = karheentasointuskertojen lukumäärä

KÄYTTÖESIMERKKI

Tiehöylällä TH 14 kunnossapidetään 8 m leveä 10 km pitkä tieosuus ylläoleval-
la menetelmällä. Minkä tyyppisiä tasointuskertoja käytetään ja mikä on aika-
menekki?

Ratkaisu: Valitaan edullisimpana n. viikottainen tasointus, tasointuluokat
1 - 3. Aikameneikki 4,63 (h/ha/kk) pinta-ala 8 ha
Kokonaisaikameneikki = 37 h/kk

Työkokonaisuus ja olosuhteet

Yleistä liikennettä varten kunnossapidettävä kerros tiivistetty ja muotoil-
tu lopulliseen korkeuteen.

Liikennemäärä (KKVL) ≤ 2000 hay/vrk

Vuodenaika: kesä

K3-kapasiteetti (atd/h)

K3-kapasiteetti (atd/h)

Tasointusaste	K2 (atd/h)	KKVL (hay/vrk)	C2-kertoimet	
			Vuokrakone	Virastokone
1		≤ 2000	0,10	0,11
2	94	n. 2000	0,11	0,12
3	42			
4	37			
5	24			

tv K3-kapasiteetti

Tasointusaste	tv K3 (atd/h)
1	118
2	73
3	33
4	29
5	

Toistuvuus (kertaa/kk)

Tasointusaste		Tasointustyönkoko- konaistoistuvuus (kertaa/kk)	Tasointustyömäärä (h/ha/kk)
ensisijainen	muut		
1	2 - 3	3,80	4,63
2	3 - 4	2,86	6,47
3	5	2,10	7,56

Liittyvät standardit	Käyttöala	Käyttörajoitukset
----------------------	-----------	-------------------

	Työnjärjestely- suunnitelmat	
--	---------------------------------	--

VALTION MAARAKENNUSALA	Sitomaton kerros		Litt	Diar	
	Kunnossapito	TVH			
	Tasointus	TVH	J-tsto	5	70

Sisältö: Kunnossapitotasointus (TH 14) K3-kapasiteetti

Materiaali Laadintaperusteet

Kantavan kerroksen alaosa
(jakava kerros)

Työntutkimukset (10 kpl)

T2-aikaosat K2-kapasiteetti (atd/h)

- varsinainen menetelmän mukainen tasointustyö - kääntyminen	Tasointusaste	K2 (atd/h)	Hajonta
	1. (ylimalkainen)		
	2. (kevyt)	94	86 - 104
	3. (raskas)	42	37 - 47
	4. (erittäin raskas)	37	36 - 38
	5. (syvä)	24	

TL3-aikaosat C2-kertoimet

- kahvitauot - konerikot - työnjohdon ohjeet - muut työn aiheuttamat esteet - tupakka ym. pienet tauot Viraston koneilla lisäksi - valmistelut ja lopetukset - huolto ja tankkaukset	KKVL (hay/vrk)	Vuokrakone	Virastonkone
	< 2000	0,10	0,11
	n. 2000	0,11	0,12

Viraston koneen työaikana tapahtuvat tukikohtaan siirtymiseen kuluvat ajoajat vähenetään työajasta

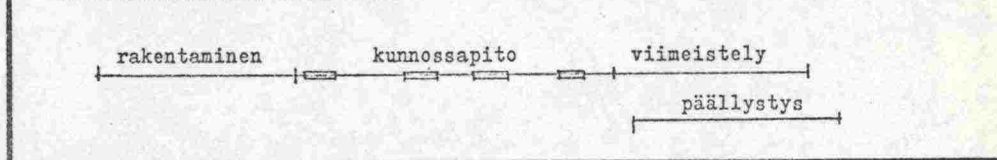
KÄYTTÖESIMERKKI

TH 14:llä suoritetaan kerroksen syvä tasointus, Kunnossapidettävä pinta-ala = 100 atd. Viraston kone, liikenne n. 2000 hay/vrk.
K2 = 24 atd/h C2 = 0,12 K3 = 24 (1 - 0,12) = 21 atd/h

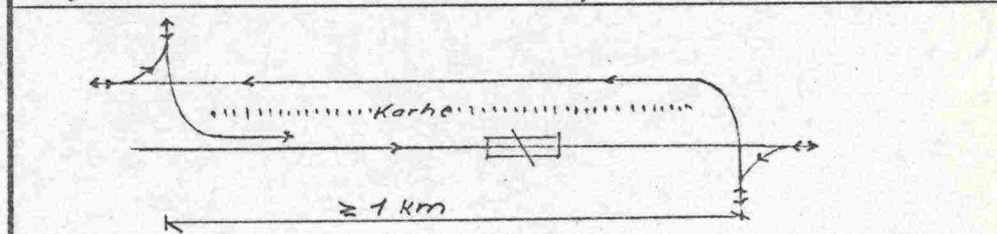
Aikaa tarvitaan $\frac{100 \text{ atd}}{21 \text{ atd/h}} = 5 \text{ h}$

Työkokonaisuus

Yleistä liikennettä varten kunnossapidettävä kerros on tiivistetty ja muotoiltu oikeaan korkeuteen



Työmenetelmä



Tasointusasteet:

Tasointusaste	Karhe muodostuu	n	m	m + n	Massojen käsittely
1	ei	2 - 3	-	2 - 3	vähäistä
2	ei	4	-	4	vähäistä
3	kyllä	4	1	5	merkitystä
4	kyllä	4	3	7	huomattavaa
5	kyllä	6	6	12	kerros rikotaan

n = tasointuskertojen lukumäärä poikkileikkauksessa

m = karhen tasointuskertojen lukumäärä poikkileikkauksessa

Olosuhteet:

Vuodenaika: kesä

Maksimiliikenne (KKVL) n. 2000 hay/vrk

VALTION MAARAKENNUSALA	Sitomaton kerros		Litt	Diar	
	Kunnossapito	TVH			
	Tasointus	TVH	J-tsto	5	70
Sisältö: Kunnossapitotasointus (TH 14)		tv K3-kapasiteetti			
Materiaali		Laadintaperusteet			
Kantava kerros, alaosa		Työntutkimukset (17 kpl)			

T3-aikaosat	tv K3-kapasiteetti (atd/h)	
- varsinainen tasointustyö - työnjohdon ohjeiden anto - kahvitauot - muut alle 1 h tauot	Tasointusaste	tv K3(atd/h)
	1. ylimalkainen	118
	2. kevyt	73
	3. raskas	33
	4. erittäin raskas	29
	5. syvä	

Tasointustyön toistuvuus

Tasointusaste		Tasointustyön kokonaistoistuvuus (kerta/kk)	Tasointustyö (h/ha/kk)
ensisijainen	muut		
1	2 - 3	3,80	4,63
2	3 - 4	2,86	6,47
3	5	2,10	7,56

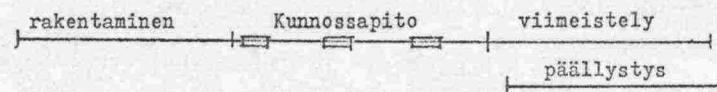
KÄYTTÖESIMERKKI

Tiehöylällä TH 14 kunnossapidetään 10 km rakenteilla oleva tieosuus. Kunnossapito leveys on 8 m. Mikä on yhden ylimalkaisen tasoinnoksen kesto, ja kokonaistyöaika (h/kk) kevyitä tasointuksia käytettäessä.

Ratkaisu: Kunnossapitoala = 8,0 ha td. tv K3 = 118 atd/h
Ylimalkaisen tasoinnoksen kesto = $8,0 \cdot 100/118 = 7$ h
Kokonaistyöaika = $8,0 \cdot 4,63 = 37$ h/kk

Työkokonaisuus

Yleistä liikennettä varten kunnossapidettävä kerros tiivistetty ja muotoiltu lopulliseen korkeuteen



Työmenetelmä

Kerralla tasointettavan alueen pituus yli 1 km. Työ suoritetaan systemaattisesti kiertäen. Peruutuksia vain käännytessä.

Työkiertojen lukumäärä ja massojen käsittely tasointusasteen mukainen

Tasointusaste

Tasointusaste	Karhe muodostuu	n	m	n + m	Massojen käsittely
1	ei	2 - 3	-	2 - 3	vähäistä
2	ei	4	-	4	vähäistä
3	kyllä	4	1	5	merkitystä
4	kyllä	4	3	7	huomattava
5	kyllä	6	6	12	kerros rikotaan

n = tasointuskertojen lukumäärä

m = karheen tasointuskertojen lukumäärä poikkileikkauksessa

Olosuhteet:

Vuodenaika: kesä

Maksimiliikennemäärä n. 2000 hay/vrk

Liittyvät standardit	Käyttöala	Käyttörajoitukset
----------------------	-----------	-------------------

TAB
TLTS

VALTION MAARAKENNUSALA	Sitomaton kerros	TVH			
	Kunnossapito				
	Pölynsidonta	TVH	J-tsto	5	70
Sisältö: Kastelu (ka + säiliö 5 m ³)		K3-kapasiteetti			
Materiaali		Laadintaperusteet			
Vesi		Työntutkimuksia (23 kpl)			

T2 aikaosat	K2-kapasiteetti (m ³ /h)
<ul style="list-style-type: none"> - säiliön täyttö - veden levitys - ajoajat - kääntymiset 	

TL3-aikaosat	C2-kerroin									
<ul style="list-style-type: none">- kahvitauot- muut henkilökohtaiset tauot- työnjohdon ohjeiden anto- pumpun huolto- käyttöhäiriöt- odotusajat	<table><tr><th>Palkkaustapa</th><th>C2</th><th>70% varmuusväli</th></tr><tr><td>urakka</td><td>0,08</td><td>+ 0,04</td></tr><tr><td>aikapalkka</td><td>0,14</td><td>0,11 - 0,16</td></tr></table>	Palkkaustapa	C2	70% varmuusväli	urakka	0,08	+ 0,04	aikapalkka	0,14	0,11 - 0,16
Palkkaustapa	C2	70% varmuusväli								
urakka	0,08	+ 0,04								
aikapalkka	0,14	0,11 - 0,16								

KÄYTTÖESIMERKKI

Kasteltava 10 km pitkä, 8 m leveä tieosuus. Vedenottopaikka alueen päässä. Kastelu 10 m³/ha. Käytettävissä yksi 5 m³ säiliöauto. Palkkaustapa urakka ja kastelulaite siiviläputki. Kauanko työ kestää?

Ratkaisu: Keskim. ajomatka 5 km, kasteltava alue 8 ha, veden tarve 80 m³

$K2 = 10,7 \text{ m}^3/\text{h}$, $C2 = 0,08$, $K3 = 10,7 (1 - 0,08) = 9,8 \text{ m}^3/\text{h}$

Kasteluaika = $80/9,8 = 8 \text{ h}$

Työnkokonaisuus	
Kerros tiivistetty ja muotoiltu luonnolliseen korkeuteen. Pidetään kunnossa yleistä liikennettä varten	

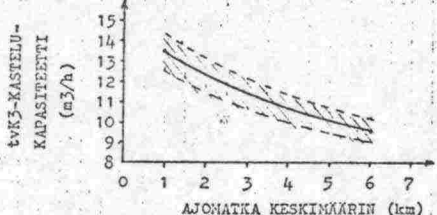
Työmenetelmä
<p>Kasteluvesimäärä voidaan levittää joko yhdellä tai useammalla kastelukerralla.</p> <p>Olosuhteet:</p> <p>Pumppausvirtaama n. 1 m³/h</p> <p>Säiliö 5 m³</p> <p>Kastelussa ei aputyövoimaa</p>

Kasteluvesimäärä (m ³ /vrk/ha)		
Lämpötila (°C)	Kasteluvettä (m ³ /vrk/ha)	
	keskim.	hajonta
10 - 15	6	4 - 7
15 - 20	12	6 - 22
20 - 25	27	6 - 63

Vuorokautinen kasteluveden tarve nousu hajonnan alarajalta ylärajalle
n. 8 - 10 vrk poutajakson aikana.

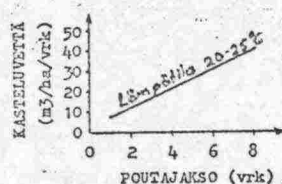
Liittyvät standardit	Käyttöala	Rajoitukset
	<p>Työnjärjestelysuunnitelmat</p> <p>TAB</p> <p>(TLTB)</p>	

VALTION MAARAKENNUSALA	Sitomaton kerros	TVH			
	Kunnossapito				
	Pölynsidonta				
Sisältö: Kastelu (ka + säiliö 5 m ³)		TVH	J-tsto	5	70
Materiaali		Laadintaperusteet			
Vesi		Työntutkimuksia (15 kpl)			

T3 aikaosat	tv K3-kapasiteetti (m ³ /h)
<ul style="list-style-type: none"> - säiliön täyttö ja tyhjennys apuaikoiheen - ajoajat - muut alle 1 h tauot - työnjohdon ohjeiden anto 	

Kasteluvesimäärä (m ³ /vrk/ha)

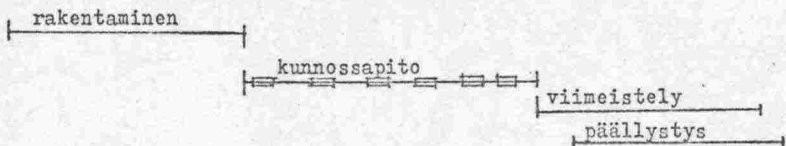
Lämpötila (°C)	Kasteluvettä (m ³ /vrk/ha)	
	keskim.	hajonta
10 - 15	6	4 - 7
15 - 20	12	6 - 22
20 - 25	27	6 - 63



Vuorokautinen kasteluveden tarve nousee hajonnan alarajalta ylärajalle n 8 - 10 vrk poutajakson aikana

KÄYTTÖESIMERKKI

Kasteltava 10 km pitkä, 8 m leveä tieosuus. Vedenottoaikka alueen puolivälissä, kastelu 10 m³/ha. Käytettävissä yksi säiliöauto. Mikä on aikameneikki
Ratkaisu: Alue 8,0 ha, veden menekki 8 x 10 = 80 m³, keskimääräinen ajomatka 2,5 km
tv K3 = 12 m³/h, aikameneikki = 80/12 = 7 h

Työkokonaisuus
Kerros tiivistetty ja muotoiltu lopulliseen korkeuteen


Työmenetelmä

Kasteluvesimäärä voidaan levittää joko yhdellä tai useammalla kastelukerralla.

Olosuhteet:

- pumppausvirtaama n. 1 m³/min
- kastelulaite: siiviläputki
- säiliö: 5 m³
- kastelussa ei aputyövoimaa
- palkkaus: urakka

Muut kastelulaitteet:

Käytettäessä 2-aukkoista kastelulaitetta voidaan tv K3 kapasiteetti likimäärin laskea kertomalla kuvan mukaiset kapasiteetit seuraavilla kertoimilla:

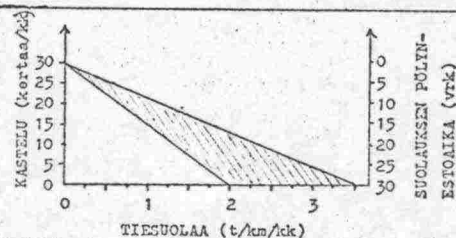
Ajomatka (km)	Kerroin
1 - 2	1,23
2 - 5	1,18
5 - 7	1,14

Liittyvät standardit	Käyttöala	Käyttörajoitukset
----------------------	-----------	-------------------

	TAB (TLTS)	- kasteluvesimäärä ei soveltu tiivistys- ja viimeistelytöiden työsuunnitteluun
--	---------------	--

VALTION MAARAKENNUSALA	Sitomaton kerros				
	Kunnossapito	TVH			
	Pölynsidonta	TVH	J-tsto	5	70
Sisältö: Suolaus ja kastelu		Toistuvuudet			
Materiaali		Laadintaperusteet			
Vesi Tiesuola		Työntutkimuksia 2 kpl Muita havaintoja 2 kpl			

Toistuvuudet (kertaa 1 kk)



Kasteluvesimäärät

Lämpötila (°C)	Kasteluvettä (m3/ha/kerta)	
	havaintoja välillä	keskim.
10 - 15	4 - 7	6
15 - 20	6 - 22	12
20 - 25	6 - 63	27

Kastelukertaa kohti tarvittavan veden määrä nousee alarajalta ylärajalle n. 8 - 10 vrk poutajakson aikana.

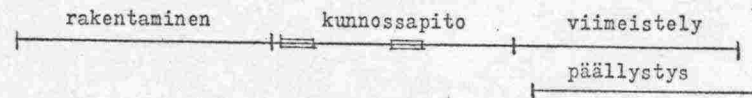
KÄYTTÖESIMERKKI

10 km tieosuus pidettävä pölyämättömänä 5 vrk ajan. Materiaalit vesi ja/tai tiesuola. Tien leveys (ajorata) = 8 m. Todennäköinen sää poutainen, lämpötila n. 15 - 20 °C. Mitkä ovat tarvittavat suola tai vesimäärät?

Ratkaisu: Pölynsidonta suolalla: n. 0,6 ton/km. yht. $10 \cdot 0,6 = 6$ ton
Pölynsidonta vedellä: pinta-ala 8 ha, kastelukeroja 5, keskim. kastelu n. 8m3/ha. Vettä yhteensä $8 \times 5 \times 8 = 320$ m3.

Työkokonaisuus

Kerros tiivistetty ja muotoiltu lopulliseen korkeuteen.
Kunnossapidetään yleistä liikennettä varten.



Olosuhteet

Vuodenaika: Kesä
Liikenne ≤ 2000 hay/vrk

Liittyvät standardit

Käyttöala

Käyttörajoitukset

työnjärjestelyt
suunnitelmat

VALTION MAARAKENNUSALA	Sitomaton kerros				
	Kunnossapito	TVH			
	Pölynsidonta	TVH	J-tsto	5	70

Sisältö: Tien suolaus (ka + hiekanlevitin)

tv K3-kapasiteetti

Materiaali

Laadintaperusteet

Tiesuola

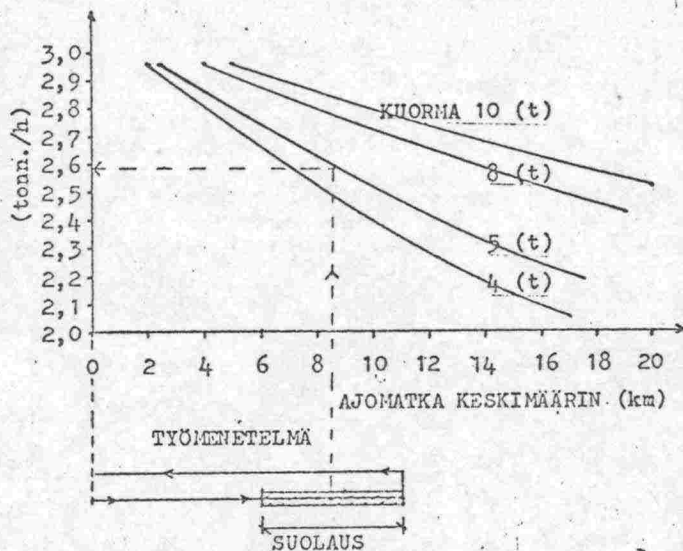
Työntutkimukset
(Kuormaus ja levitys
6 tutk. ajo 4 tutk.)

T3-aikaosat

tv K3-kapasiteetti (ton/h)

- kuormaus
- levitys
- ajoajat
- kahvitauot
- muut alle 1 h tauot

K3-SUOLAUSKAPASITEETTI
(tonn./h)



KÄYTTÖESIMERKKI

Ajettava suolaa 10 km tieosuudelle 1,5 ton/km. Etäisyys varastosta suolaus-alueen alkupäähän 5 km. Mikä on aikamenekki? Autoja 1 kpl.

Ratkaisu: Suolamenekki = 1,5 · 10 = 15 ton

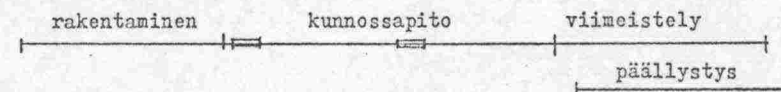
Keskim. ajomatka = 5 + 5 = 10 km

Käyt. 5 ton kuormia tv K3 = 2,55 ton/h

Aikamenekki = 15 ton / 2,55 ton/h = 6 h

Työkokonaisuus

Kerros tiivistetty ja muotoiltu lopulliseen korkeuteen, kunnossapidetään yleistä liikennettä varten



Työmenetelmä

Kuormauksessa TRN 05 ja 2 SM

Levityksessä hiekanlevitin

Suolaus suoritetaan yhteen suuntaan joko yhdellä tai useammalla ajokerralla.

Vuodenaika: Kesä

Liittyvät standardit

Käyttöala

Käyttörajoitukset

Työnjärjestely-
suunn.
TAB
TLTS

5.3 Viimeistelytyöt

T A S O I T U S

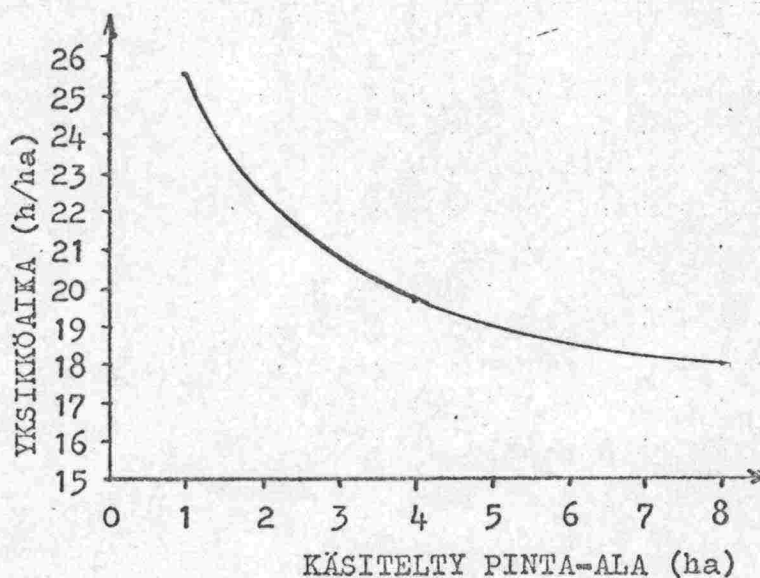
Viimeistelytasoituksesta tehdyt menekki- ja lisäaikatutkimukset on poikkeuksellisesti käsitelty samanaikaisesti. Menettelyllä on pyritty täydentämään molempia tutkimusmateriaaleja toisillaan ja näin parantamaan tulosten luotettavuutta. Yhteiskäsittelyn oikeellisuutta on perusteltu tutkimusten toisiaan likimäärin vastaavista kestoista johtuvalla yhteismitallisuudella.

Tutkimusten mukaan on viimeistelytyön todettu jakautuvan kahden luonteeltaan erilaiseen ryhmään, karkeaan ja lopulliseen viimeistelyyn. Tämä jako ryhmittelee tasoituskapasiteetit vastaaviin luokkiin. Lopullisessa viimeistelyssä voidaan todeta tiehöylän tasoituskapasiteetin olevan vain noin puolet karkean viimeistelyn vastaavista arvoista, (kuviot 4.211A ja E).

Viimeistelyn luonteen lisäksi on tasoituskapasiteetteihin vaikuttavana tekijänä todettu käsiteltävän alueen pinta-ala (ha). Voidaan todeta pinta-alan kasvun lisäävän tasoituskapasiteetteja. Lisäksi on alueen koon vaikutus lopulliseen viimeistelytasoitukseen suurempi kuin karkeaan (kuviot 4.211A ja B). Olosuhdetekijöiden vaikutusta saatuihin tutkimustuloksiin ei ole voitu täysin selvittää.

Karkean ja lopullisen viimeistelyn tasoituskapasiteettikäyrät voidaan yhdistää yhdeksi viimeistelykapasiteettikäyräksi, tai sen käänteisarvoksi viimeistelytasoituksen kokonaisyksikköajan arvioimiseksi (kuvio 5.2A).

K u v i o 5.3A. Keskimääräinen kokonais yksikköaika viimeistelytasoituksessa (karkea ja lopullinen viimeistely). Kone TH14.



Kuvio osoittaa viimeistelytasoituksen selvän riippuvuuden työskentelyalueen laajuudesta. Pinta-alan kasvaessa kahdeksaan hehtaariin laskee kokonaisyksikköaika n. 30 %. Ottaen huomioon, että tiehöylä yleensä on toimintavalmis työmaalle tullessaan, sekä että tiehöylän kuljettajat ovat yleensä olleet ammattitaitoisia, ei näin huomattavaa käsittelyalueen vaikutusta voitane selittää yksi aloitus ja lopetustöistä, tai kuljettajan tottumisilmiöstä johtuvaksi. Paremminkin ajattelavissa olevia selittäjiä lienevät muiden viimeistelytöiden aiheuttamat aloitushäiriöt (kiviaineksen tai veden puute) tai apuvoiman harjaantuminen.

On myös mahdollista, että päällystystyön alkuvaikeudet näkyvät tiehöyliä viimeistelykapasiteeteissa. Olettamusta voidaan perustella seuraavilla näkökohdilla:

- 1) liikenteellä olevalla tiellä, liikennejärjestelyjen ja liikenteen kuluttavan vaikutuksen johdosta ei voida kerralla viimeistellä kovin laajaa aluetta.
- 2) on todennäköistä, että päällystystyön viivästyminen näinollen johtaa viimeistelytyön hidastumiseen, tai keskeytymiseen ja aiheuttaa samalla jo viimeistellyn alueen jatkuvaa korjaustarvetta.

Näiden päätelmien avulla päädytään olettamukseen, että liikennöidyllä tiellä sitomattoman kantavan kerroksen viimeistelytyön kapasiteeteilla saattaa olla riippuvuus päällystystyön tapahtumista. Tätä tutkimusta varten kerätyn materiaalin puitteissa ei kuitenkaan oletettua riippuvuutta voida selittää. Samoin jää selittämättä saavutettu kerroksen laatutaso päällystyshetkellä ja viimeistelytyön alkaessa.

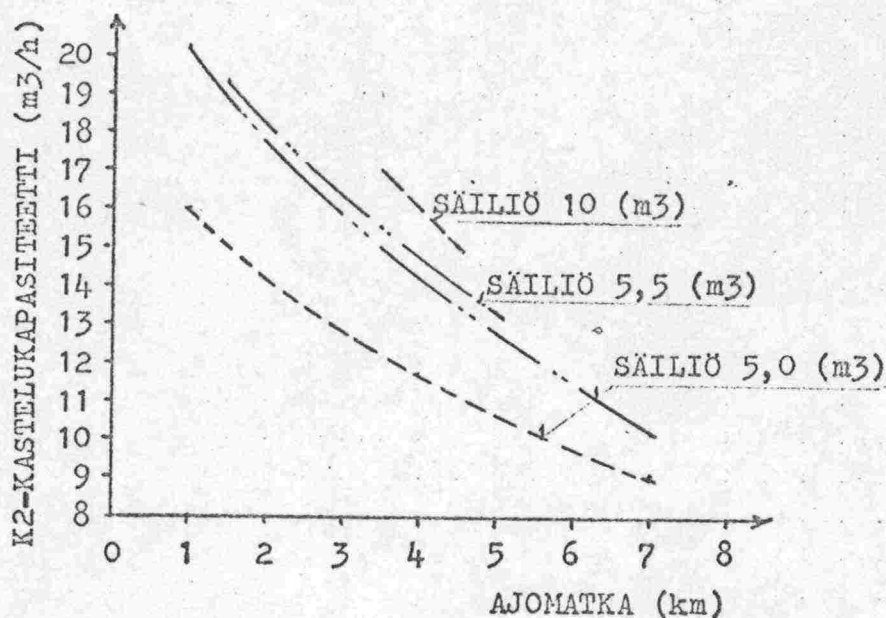
Käyttökertoimen on todettu riippuvan jossainmäärin liikenteestä, kuten myös kunnossapitotasoituksessa. Lisäksi on matemaattisesti määritetty koneen siirtomatkan likimääräinen vaikutus C2-kertoimeen (kuvio 4.211D). Tulos on sellaisenaan siirrettävissä vastaaviin arvioihin kunnossapitotöissä.

Verrattuna kunnossapidon tasoituskapasiteetteihin, voidaan todeta viimeistelyn tasoituskapasiteettien jäävän kokonaan niiden alapuolelle. Tämä selittyy viimeistelytyön suuremmasta tarkkuus vaatimuksesta (kaltevuus ja korkeus) sekä työmenetelmäerosta.

K A S T E L U

Kastelukapasiteetit sekä kunnossapidossa, että viimeistelyssä ovat riippuvaisia samoista tekijöistä. Näin ollen ovat molempien töiden yhteydessä suoritettujen tutkimusten tulokset yhdistettävissä (kuvio 5.3B).

K u v i o 5.3B. Kastelun menetelmäkapasiteetit. Pumppauskapasiteetti n. $1\text{ m}^3/\text{h}$.



----- kastelulaite siiviläputki

- "- - kaksiaukkoinen kastelulaite

Kuviosta on nähtävissä jo aikaisemmin todetut kastelukapasiteetin riippuvuudet ajomatkasta, purkauslaitteiden tehosta ja säiliökoosta.

Kasteluveden tarve on viimeistelytyössä ollut keskimäärin $380\text{ m}^3/\text{ha}$, mikä on yli kymmenkertainen kunnossapidon kastelukerran vedentarpeeseen verrattuna. Säälle ja kasteluveden

tarpeelle ei tämän tutkimuksen puitteissa saada syy-yhteyttä sen ilmeisyydestä huolimatta. Voidaan vain todeta lämpötilan olleen noin 15 - 25°C ja sään pääasiassa poutaista.

Materiaalin työstettävyys ja tiivistyvyys ominaisuuksien arvioimiseksi tarvittavia kosteuspitoisuushavaintoja ei tutkimuksen yhteydessä ole suoritettu. Voidaan siis todeta sään, kerroksen, kosteuspitoisuuden ja kasteluveden tarpeen välisen vuorosuhteen selvittämisen kaipaavan vielä lisätutkimuksia.

T I I V I S T Y S

Viimeistelytiivistystyömäärä on tutkimuksen mukaan todettu erittäin vaihtelevaksi ja epämääräiseksi. Tutkimustuloksista voidaan tehdä vain se johtopäätös, että on tarpeellista suorittaa lisätutkimus viimeistelytiivistyksen todellisen työmäärän tarpeen ja oikean kaluston selvittämiseksi.

5.4 V i i m e i s t e l y s t a n d a r d i t

Tärkeimmät viimeistelytyötä koskevat tutkimustulokset on esitetty standardimuodossa. Seuraavat standardit ovat tilapäisiä ja niiden vahvistamiselta edellytetään käytännössä valituissa pisteissä suoritettua tai lisätutkimuksiin perustuvaa testausta.

VALTION MAARAKENNUSALA	Sitomaton kerros													
	Viimeistely	TVH												
	Tasointus	TVH	J-tsto	5	70									
Sisältö: Viimeistelytasointus (TH 14)		K3-kapasiteetti												
Materiaali		Laadintaperusteet												
Kantava		Työntutkimukset (32 kpl)												
T2-aikaosat	K2-kapasiteetti (atd/h)													
Varsinainen viimeistely-tasointus	<p>The graph plots K2 capacity (atd/h) on the y-axis (5 to 20) against the processed area (ha) on the x-axis (0 to 9). Two curves are shown: 'KARKEA VIIMEISTELY' (rough finishing) and 'LOPULLINEN VIIMEISTELY' (final finishing). The rough finishing curve starts at approximately (1, 14) and rises to (8, 18). The final finishing curve starts at approximately (1, 7) and rises to (8, 12). Both curves are dashed lines.</p>													
TL3-aikaosat	C2-kertoimet													
<ul style="list-style-type: none"> - konerikot - työnjohdon ohjeet - muut työn esteet - kahvitauot - elpymistauot - työmaan sisäiset siirrot 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>KKVL (hay/vrk)</th> <th>Vuokrakone</th> <th>Viraston kone</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>< 1700</td> <td>0,14 ± 0,04</td> <td>0,15 ± 0,04</td> </tr> <tr> <td>~ 2000</td> <td>0,15 ± 0,04</td> <td>0,16 ± 0,04</td> </tr> </tbody> </table> <p>Varmuusväli vastaa 68% todennäköisyyttä</p>					KKVL (hay/vrk)	Vuokrakone	Viraston kone	< 1700	0,14 ± 0,04	0,15 ± 0,04	~ 2000	0,15 ± 0,04	0,16 ± 0,04
KKVL (hay/vrk)	Vuokrakone	Viraston kone												
< 1700	0,14 ± 0,04	0,15 ± 0,04												
~ 2000	0,15 ± 0,04	0,16 ± 0,04												

KÄYTTÖESIMERKKI

Tiehöylällä TH 14 suoritettava kantavan kerroksen viimeistelytasointus. Käsiteltävä pinta-ala yht. 4 ha td. Mikä on aikamenekki? Liikenne on n. 1000 hay/vrk, kone on vuokrakone.

Ratkaisu: $K3 = (1 - C2) K2$

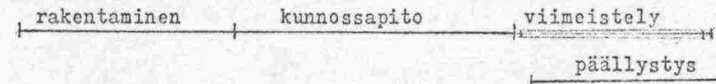
Karkea tasointus $K2 = 18$, $C2 = 0,14$, $K3 = 15,5$ atd/h

Lopullinen tasointus $K2 = 10$, $C2 = 0,14$, $K3 = 8,5$ atd/h

Aikamenekki yhteensä $4 \times 100/15,5 + 4 \times 100/8,5 = 73$ h

Työnkokonaisuus

Kerros on tiivistetty ja muotoiltu lopulliseen korkeuteen, jonka jälkeen se on pidetty yleistä liikennettä varten kunnossa.



Työmenetelmä

Viimeistely suoritetaan kaista kerrallaan 100 - 200 m osissa. Tiehöylä liikkuu eteen ja taakse, käännöksiä ei suoriteta

Olosuhteet:

Vuodenaika: kesä

Liikennemäärä korkeintaan n. 2000 hay/vrk

Työryhmä:

TH 14 (kpl)	Työnjohtajia	Sm	Ylösottajia
1	0,5 - 1	3	0 - 1
2	1	4	0 - 1

Aputyövoiman tehtävät ovat:

- kuljettajan opastaminen
- korkeuksien tarkastaminen
- tasaisuuden tarkastaminen

Liittyvät standardit

Käyttöala

Käyttörajoitukset

Työnjärjestely-suunnitelma
TLTS
TAB

VALTION MAARAKENNUSALA	Sitomaton kerros				
	Viimeistely	TVH			
	Tasointus	TVH	J-tsto	5	70
Sisältö: Viimeistelytasointus (TH 14)		tv K3-kapasiteetti			
Materiaali		Laadintaperusteet			
Kantava		Työntutkimukset (32 kpl)			

T3-aikaosat	tv K3-kapasiteetti (atd/h)
<ul style="list-style-type: none"> - varsinainen tasointus - työnjohdon ohjeet - kahvitauot - muut alle 1 h tauot - työmaan sisäiset siirrot 	

KÄYTTÖESIMERKKI
Kauanko kestää 5 hatd alueen viimeistelytasointus?
Ratkaisu:
Karkea viimeistely tv K3 = 14,0 atd/h
Lopullinen viimeistely tv K3 = 8,5 atd/h
Aikamenekki yht. $5 \times 100/14,0 + 5 \times 100/8,5 = 95$ h

Työnkokonaisuus
Kerros tiivistetty ja muotoiltu lopulliseen korkeuteen, jonka jälkeen kunnossapidetty yleistä liikennettä varten.
<div> <div>rakentaminen</div> <div>kunnossapito</div> <div>viimeistely</div> <div>päällystys</div> </div>

Työmenetelmä

Viimeistely suoritetaan kaista kerrallaan 100 - 200 m osissa.
Tiehöylä liikkuu eteen ja taakse, käännöksiä ei suoriteta

Olosuhteet:

Vuodenaika: kesä

Liikennemäärä korkeintaan n 2000 hay/vrk

Työryhmä:

TH 14	Työnjohtajia	Aputyövoima	Ylösottajat
1	0,5 - 1	3	0 - 1
2	1	4	0 - 1

Aputyövoiman tehtäviin kuuluu kuljettajan opastaminen, sekä korkeuden ja tasaisuuden tarkistaminen

Liittyvät standardit	Käyttöala	Käyttörajoitukset
	<p>Työnjärjestelysuunnitelma</p> <p>TLTS</p> <p>TAB</p>	

VALTION MAARAKENNUSALA	Sitomaton kerros				
	Viimeistely	TVH			
	Kastelu	TVH	J-tsto	5	70

Sisältö: Viimeistelykastelu (ka + säiliö 5 m³)

tv K3-kapasiteetti

Materiaali	Laadintaperusteet
Vesi	Työntutkimukset Kapasiteettitutkimuksia 15 kpl. Materiaalimenek- kitutkimuksia 3 kpl.

T3 aikaosat	tv K3-kapasiteetti (m ³ /h)
-säiliön täyttö ja tyhjennys apuaikoinen -ajoajat -kääntymisajat -kahvitauot -muut alle 1 h tauot -työnjohdon ohjei- den anto	

Kasteluvesimäärä (m³/ha/kk)

Kasteluvettä (m ³ /ha/kk)	
keskim.	hajonta
380	220 - 480

Vesimäärään sisältyy viimeistelyn aikana tieosan pölynsidontaan tarvittava kasteluvesi

KÄYTTÖESIMERKKI

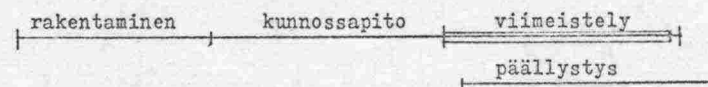
10 m leveä, 5 km tieosuus viimeistellään. Mikä on veden tarve ja kastelu-
kaluston aikamenekki? Sää aurinkoinen (15 - 20 °C) Pumpun teho 1 m³/min.
Kastelulaite siiviläputki.

Ratkaisu: Pinta-ala = 5 ha, veden tarve 380 m³/ha tv K3 = 10 m³/h.

Aikamenekki 380/10 = 38 h

Työkokonaisuus

Täyteen korkeuteen muotoiltu ja tiivistetty kerros on pidetty kunnossa
yleistä liikennettä varten



Työmenetelmä

Kasteluvesimäärä voidaan levittää joko yhdellä tai useammalla kasteluker-
ralle

Olosuhteet:

- pumppausvirtaama n. 1 m³/min
- kastelulaite siiviläputki
- säiliö 5 m³
- ei aputyövoimaa
- palkkaustapa urakka

Muut kastelulaitteet:

Käytettäessä 2-aukkoista kastelulaitetta voidaan tv K3 kastelukapasiteetti
likimäärin laskea kertomalla kuvion mukaiset kapasiteetit seuraavilla tau-
lukossa 1 esitetyillä kertoimilla

Ajomatka (km)	Kerroin
1 - 2	1,23
2 - 5	1,18
5 - 7	1,14

Taulukko 1

Liittyvät standardit	Käyttöala	Käyttörajoitukset
	TAB (TLTS)	

6. YHTYENVE TO

Tutkimus käsittelee tien sitomattoman rakennekerroksen viimeistelyä ja kunnossapitoa. Päähuomio on kiinnitetty tiehöylän suorituskykyyn erilaisissa tutkimuksen aihepiiriin kuuluvissa töissä. Tämän lisäksi on pyritty selvittämään kasteluun ja pölynsidontaan liittyviä eri resursien kapasiteettejä. Tiivistystä on kosketeltu vain ylimalkaisesti.

Tutkimustulokset perustuvat tie- ja vesirakennuslaitoksen työntutkimustoimistojen tekemiin työntutkimuksiin. Havaintomateriaali on käsitelty materiaalin määrästä ja luonteesta riippuen, joko tilastomatematisin keinoin tai turvautumalla graafiseen tarkasteluun. Tavoitteena on ollut työnsuunnittelun tarvitsemien tietojen selvittäminen.

Tärkeimpinä tutkimustuloksina on pidettävä tiehöylän TH14 viimeistely- ja kunnossapitokapasiteettien selvittämistä. Viimeistelytasoituksen on todettu jakautuvan kahteen eri luokkaan, karkeaan ja lopulliseen viimeistelyyn, sekä kunnossapitotasoituksen viiteen työmäärältään erisuuruiseen tasoitustasasteeseen. Jokaiselle tasoituksen laadulle ja ryhmälle on voitu johtaa suuruudeltaan toisistaan poikkeavat kapasiteetit. Viimeistelytasoituksen kapasiteettiarvojen on todettu riippuvan käsiteltävän pinta-alan koosta, kunnossapitotasoituksen sensijaan pelkästään tasoitustasasteesta. Kunnossapidon tasoitustasasteen on todettu riippuvan työn

toistuvuudesta niin, että pieni toistuvuus edellyttää raskaita tasoituskertoja. Mielenkiintoinen havainto on se, että kunnossapitotasoituksen toistuvuuden noustessa vähenee tarvittava työmäärä laskettuna pinta-alaa ja aikayksikköä kohden.

Kastelu- ja suolauskalustolle on johdettu kuormaus- ja purkauskapasiteeteista, kuorman koosta ja ajomatkoista riippuvat kapasiteetti-arvot. Pölynäidontaan tarvittavan kasteluvesimäärän on todettu riippuvan päivälämpötilasta ja poutajakson pituudesta.

Kunnossapito- ja viimeistelytiivistystyömäärissä on todettu huomattavaa vaihtelua.

Saavutettujen tulosten voidaan katsoa likimäärin vastaavan tutkimukselle liikkeellä olevan tierekenteen sitomattoman kerroksen kunnossapito- ja viimeistelytöiden ja tapahtumien kartoittamiseksi asetettuja tavoitteita. Tutkimustulosten varmuutta ja sovellettavuutta heikentäviksi tekijöiksi on kuitenkin todettu laatuhavaintojen ja luotettavien vertailututkimusten lähes täydellinen puuttuminen. Lähinnä näistä tekijöistä johtuen on edellytetty varovaisuutta tulosten soveltamisessa, sekä vertailevan tutkimuksen tai tulosten testauksen järjestämistä ennen esitettyjen standardien käytön vakinaistamista.

K I R J A L L I S U U S L U E T T E L O

- 1) Transporter vid byggnads- och anläggningsarbeten III.
Mängd-, tid- och kapacitetsbegrepp vid hantering av
jord- och bergmassor. Stockholm 1968. IVA/TFK. Meddelande
nr 67.
- 2) Taloudellisuusstandardien laadintaohjeet SDO I. Valtio-
varainministeriö, Järjestelyosasto. Helsinki 1968.
- 3) Taloudellisuusstandardien laadintaohjeet SDO II.
Valtiovarainministeriö, Järjestelyosasto. Käsikirjoitus
1970.
- 4) Pirhonen, I.V.O., Työntutkimus ja standardit. Helsinki
1969. Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus 7-69.
- 5) Kankainen, J., Taloudellisuusstandardien aikaansaamiseen
tähtäävät työntutkimukset maarakennustöissä.
R-muistio (1970) : 1,
- 6) Tie- ja vesirakennuslaitoksen maarakennusalan työn-
suunnittelu- ja tavoitebudjetointiohjeet, Helsinki 1968.
- 7) Suoriteyksiköistä. Tie- ja vesirakennushallitus, järjes-
telytoimisto. Julkaisematon moniste, 1968
- 8) Vanhatalo, K., Tien rakennekerrosten levityksen opti-
moinnista. Diplomityö 1970.

9) Lokki, O., Tilastomatematiikan perusteet II.

Helsinki 1964. INSKO täydennyskurssi no 46-64

10) Haastattelut: rkm V. Heikkilä ja rkm H. Rantala

11) Hovi - Lehmuskoski - Ojanen: Havainnointimenetelmä
työntutkimuksessa, Helsinki 1967.

12) Kankainen, Jouko: Standardien käyttö, Tie- ja vesi-
rakennushallitus, järjestelytoimisto, julkaisematon
moniste.

Lisäaikatutkimukset taulukointi

10 000	tutk. yksilöinti, kone, palkkaus ja olosuht.
11 000	tutk. yksilöinti
11 001	tutk. numero
11 002	välilittera
12 000	Kone- ja palkkaustiedot
12 001	konetyyppi
12 002	koneen ikä v
12 003	koneen omistaja (1 = vuokrat. 2 = oma kone)
12 004	koneen palkkaus (U = urakka T = tuntip.)
12 005	kulj. palkkaus (1 = palkkakulj. 2 = omistaja ajaa)
13 000	Olosuhdetekijät
13 100	SÄÄ
13 101	Lämpötila
13 102	vesisadetta %
13 103	poutaa %
13 104	valoisuus riittävä %
13 105	valoisuus välttävä %
13 200	MATERIAALI (tyyppi / maks. raekoko)
13 300	TYÖMENETELMÄ
13 301	Keskim. työskentelymatka (km)
20 000	Suoritemäärät ja kapasiteettitiedot
21 000	Suoritemäärät
21 010	suoritemäärä 1
21 011	" yksikkö
21 020	suoritemäärä 2
21 021	" yksikkö
21 030	suoritemäärä 3
21 031	" yksikkö
22 000	Kapasiteettitiedot
22 010	alkuperäinen C2
22 011	korjattu C2
22 020	korjattu terä-K3
22 021	" yks.
22 030	korjattu tasaus K3
22 031	" yks.

22 040	Alkup. T2 min / %
22 050	Korjattu T2 min / %
30 000	Käyttöaika T3 min / %
31 000	Käytön lisäajat TL3
31 100	RESURSSILISÄT min / %
31 101	konerikot < h
31 102	huolto
31 103	tankkaus
31 200	TYÖNJÖHTOLISÄT min / %
31 210	ohjeiden anto
31 220	tahdistushäiriöt
31 221	materiaalin odotus
31 222	aputyöstä aiheutuva odotus
31 223	toisen työn aiheuttama este
31 224	tutkittavan työn aiheuttama este
31 300	TYÖNTEKIJÄLISÄT min / %
31 310	sopimukselliset
31 311	kahvitauot
31 312	(3)-vuorotyön ruokatunti
31 313	kulkeminen
31 320	Tauot
31 321	myöhäiset aloitukset, aikaiset lopetukset
31 322	Tupakka tms. tauot
31 323	asiatön keskustelu
31 324	työntekijästä joht. virheiden korj.
31 400	OLOSUHDELISÄT
31 410	Säästä johtuvat
31 411	sade estää työn
31 412	tuuli estää työn
31 413	pimeys estää työn
31 414	liukkaus estää työn
31 415	pakkanen estää työn
31 420	Koneen siirrot (- kulkeminen tms.)
31 421	yleinen liikenne
32 100	VAIMISTELULISÄT min
32 101	käynnistys ja ajo työpaikalle
32 102	työkuntoon laitto
32 200	<u>Lopetuslisät</u>

Kerroksen kunnossapitotasoitus

Lisäaikatutkimukset

[illegible]

Kerroksen kunnossapitotasointus

Menekkitutkimukset

K o n e TH 14

Tunnus		Liittyyt tutk.	Menekki (h/yko)			Tie					tas matka (km)	Henet.	K3 (m2/h)	mat. käyt. (m3itd)	men. (m3itd/ m2)	Ajonop. (km/h)			Höylät- tylv. (m)	Sää		Vettä (m3/m2)
Piiri	Välil.		Tie(km)	(m2)	(m3itd)	Pit. (km)	kv (m)	ala (m2)	muu ala (m2)	yht. (m2)						T1	T2	T3		t°C	sade	
08/50.27	1630 F		0.606	0.000087		6.6				46000	13.2									18	-	
08/50.32 a	"		0.606	0.000087		6.6				46200	13.2									22	-	
08/50.32 b	"		0.530	0.000076		6.6				46200	13.2									22	-	
08/50.24	"		0.833	0.000119		4.8				33600	17.0									16	-	
08/50.25	"		0.606	0.000087		6.6				46000	13.2									18	-	
08/50.21	"		0.758	0.000105		6.6		46000	1500	47500	20.0									12	-	
08/50.16	"		0.454	0.000063		6.6	8.0	46000	1500	47500	12.0									7.0	14	-
08/50.13	"		0.677	0.000094		4.0	8.0			29000	10.0									7.0	7	-
08/50.11	"		1.000	0.000138		4.0				29000	16.0									7	+	
08/50.5	"	11/50.8		0.00035	0.012	6.32	8.0	50560	1500	52060				1584						12		
07/23/3.4	1620 B			0.00030						29000										5		
07/23/3.8	"			0.00056						19700										10		
10/ 98	1630 F	1.2/97		0.00017						154820		3	6073							21	-	
10/58.2	"	1.2/56		0.00015						90800	45.4	1	6820			4.50	4.25	3.40		20	+	
10/55.2	"	1.2/55		0.00027						26000	19.9	2	3670			4.04	3.65	3.20		16	+	
10/58.4	"	1.2/49		0.00034			8.0			72550	67.1	2	2980			3.85	3.37	2.77		23	-	0.0098
10/58.3	"	1.2/48		0.00034			8.0			76600	72.2	2	2950			3.84	3.35	2.78		23	-	0.0098
10/58.2	"	1.2/47		0.00013		11.35	8.0			90800	45.4	1	7550			5.00	4.55	3.77		14	+	
10/58	1630 F	1.2/51		0.00014			8.0			42360	21.2	1	7280			4.72	4.38	3.64		11	+	
13/46.1	"			0.00012		8.66				66682												

Sitomattoman kerroksen viimeistelytasoitus

Lisäaikatutkimukset

[illegible]

Kerroksen viimeistelytasointus Menekki tutkimukset

Tuunus	Menekki (h/m ²)										Tie	Päänt. (m ² /h)	K3 (m ² /h)	Materiaali		Ajoneuvus (km/h)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	Kone		Työajo		Aputyö (SM)		Yläotto (SM)		Kivine	Yegi																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	TH 1.	TH 2.	kpl	men.	kpl	men.	kpl	men.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	Väliitt.	0.0007	0.0010	1	0.0011	2	0.0022	2						0.0019	8.58		ala (m ²)	muu ala (m ²)	ala yht. (m ²)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Päiri	1630 B	0.0008	1	0.0011	1	0.0011	1	0.0011	1	0.0011	10.27			74000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						

Tärkeimpien tutkimustulosten perustana olevan havaintomateriaalin määrä

Tulostaulukko tai kuvio	Tutki- muksia (kpl)	Työmaita (kpl)	Huom.
4.111 b	10	3	80 ha
4.111 d	9	3	65 ha
4.111 f	20	5	110 ha
4.112 a	7	1	340 m ³
4.112 A	7	1	340 m ³
4.112 B	7	3	6300 m ³
4.112 c	32	4	9300 m ³
4.112 C	32	4	9300 m ³
4.112 D	8	1	350 m ³
4.113 A	10	osia 2	49 ton
4.121 a	3	3	6 kk
4.121 A	3	3	6 kk
4.112 A	2	2	osin havaintotietoa
4.112 a	5	1	1,5 km/3,5 viikkoa
4.121 b	7	4	
4.211 A	32	8	50 ha
4.211 b	14	6	viite (10)
4.211 d	15	8	45 ha
4.211 E	15	8	45 ha + tulos 4.211 A
4.212 a	7	1	3200 m ³
4.212 A	7	1	3200 m ³
4.213 a	8	8	

MUUTTUJIEN LUKUM. TIEIONAUHALLA = 4
 MUUTTUJIEN LUKUM. TRANSFORMOIDUSSA AINEISTOSSA = 6

HAVAINTOJEN LUKUM. = 17

TRANSFORMAATIOLUETTELO

$X(1001) = \text{SQRT } X(4)$
 $X(1002) = X(4) * X(4)$
 $X(1003) = X(1002) * X(4)$
 $X(1004) = \text{SQRT } X(1003)$
 $X(1005) = \text{LOG } X(4)$
 $X(1006) = (.33330000) * X(1005)$
 $X(1007) = \text{EXP } X(1006) \approx \sqrt[3]{X(4)}$

MALLIN SIDONNAISUUSASIE = 2

F-LUKU LISATTAVALLE SELITTAJALLE = 2.000

F-LUKU POISTETTAVALLE VALINN. SELITTAJALLE = 2.000

MUUTTUJAT KESKIARVOINEEN JA HAJONTOINEEN:

DOMINOIVA FUNKTIO	KESKIARVO	HAJONTA
2	74.023530	35.615912

PAKOLLISET SELITTAJAT	KESKIARVO	HAJONTA
3	1.5352941	74577240

VALINNAISET SELITTAJAT	KESKIARVO	HAJONTA
4	4.9217647	2.2952648
1001	2.1602085	52078577
1004	11.747579	7.9877767
1007	1.6605780	27051004

MUUTTUJIEN KORRELAATIOMATRIISI

	3	4	1001	1004	1007
3	1.0000000				
4	-.18596003	1.0000000			
1001	-.15183435	.99156834	1.0000000		
1004	-.21057517	.99407223	.97182065	1.0000000	
1007	-.13864078	.98420625	.99883643	.95953826	1.0000000
2	.98080874	-.14390476	-.10097588	-.17573559	-.08453213

ASKEL NO. 1

LISATTY SELITTAJA 3 VAP.AST= 15 F= 379.58922

DOMINOIVA FUNKTIO 2 S= 7.1718542 R= 0.97952

REGRESSIOKERTOIMET HAJONTOINEEN:

SELITTAJA	KERROIN	HAJONTA	T-LUKU
VAKIO	2.1094913	4.0804283	.51697792
3	46.840561	2.4041699	19.483049

SELITYSVIRHEET

1 *-4.2108942 -4.2108942 12.289106 11.629667 -4.2108942 -
 11 *-5.8703330 2.2021160 3.3702283 -2 1297717 4.6296669 -

SELITYSVIRHEIDEN HAJONTA = 7.1718552

MUUTTOJEN LUKUM. TIEIONAUHALLA = 4
 MUUTTOJEN LUKUM. TRANSFORMOITUSSA AINEISTOSSA = 6

HAVAINTOJEN LUKUM. = 29

TRANSFORMAATIOLUETTELO

$X(1001) = \sqrt{X(4)}$
 $X(1002) = X(4) * X(4)$
 $X(1003) = X(1002) * X(4)$
 $X(1004) = \sqrt{X(1003)}$
 $X(1005) = \log X(4)$
 $X(1006) = (.33330000) * X(1005)$
 $X(1007) = \exp X(1006) \approx \sqrt[3]{X(4)}$

MALLIN SIDONNAISUUSASTE = 2

F-LUKU LISATTAVALLE SELITTAJALLE = 2.000

F-LUKU POISTETTAVALLE VALINN. SELITTAJALLE = 2.000

MUUTTOJAT KESKIARVOTINEEN JA HAJONTOINEEN:

DOMINOIVA FUNKTIO	KESKIARVO	HAJONTA
2	10.441379	3.5363942
PAKOLLISET SELITTAJAT	KESKIARVO	HAJONTA
3	1.4482759	50612018
VALINNAISET SELITTAJAT	KESKIARVO	HAJONTA
4	4.3586207	2.6093948
1001	1.9736792	.69264300
1004	10.314564	8.2651971
1007	1.5491531	.38766691

MUUTTOJEN KORRELAATIOMATRIISI

	3	4	1001	1004	1007	2
3	1.0000000					
4	.34987537	1.0000000				
1001	.35486251	.98108315	1.0000000			
1004	.34552123	.98934461	.94331198	1.0000000		
1007	.35562444	.96359293	.99706861	.91606663	1.0000000	
2	.93308534	.49941860	.51998610	.47813664	.52476943	1.0000000

ASKEL NO, 1

LISATTY SELITTAJA 3 VAP.AST= 27 F= 181.73317

DOMINOIVA FUNKTIO 2 S= 1.2952212 R= 0.93051

REGRESSIOKERTOIMET HAJONTOINEEN:

SELITTAJA	KERROIN	HAJONTA	T-LUKU
VAKIO	.99903852	.74057106	1.3490110
3	6.5197115	.48362782	13.480845

SELITYSVIRHEET

1	* 2.4812500	-1.5384616	-1.5187500	-.13846157	2.1615384	.26153841	-1.0187500	.48124997	.7
11	* -.21875004	.26153841	.13124997	-2.2187500	.78124995	-.53846157	-.93846158	.58124996	.9
21	* -.01875003	-2.4187500	-1.1384616	.48124997	-1.4384616	2.0615384	.26153841	-1.0187500	-.2

SELITYSVIRHEIDEN HAJONTA = 1.2952212

ASKEL NO, 2

LISATTY SELITTAJA 1007 VAP.AST= 26 F= 12.774621

DOMINOIVA FUNKTIO 2 S= 1.0808167 R= 0.95215

REGRESSIOKERTOIMET HAJONTOINEEN:

SELITTAJA	KERROIN	HAJONTA	T-LUKU
VAKIO	-1.3274467	.89754904	-1.4789684
3	5.9708715	.43179753	13.627943
1007	2.0148795	.56373510	3.5741601

SELITYSVIRHEET

1	* 1.4304512	-2.3813132	-.82333830	.88102136	1.5395056	-.14993322	-.76389101	-.58715325	.0
11	* -.48748577	.54164269	-.19413366	-.94267272	-.17906170	-1.0404203	-.48333307	1.7571310	1
21	* -.28748577	-.89230568	-1.2707075	.38753846	-1.0139408	1.4395056	-.11251373	-.80300427	.2

SELITYSVIRHEIDEN HAJONTA = 1.0808167

SITOMATTOMAN KERROKSEN

VIIMEISTELY JA KUNNOSSAPITO

Tutkimus käsittelee tien sitomattoman rakennekerroksen viimeistelyä ja kunnossapitoa. Päähuomio on kiinnitetty tiehöylän suorituskykyyn erilaisissa tutkimuksen aihepiiriin kuuluvissa töissä. Tämän lisäksi on pyritty selvittämään kastelun ja pölynsidontaan liittyviä eri resurssien kapasiteetteja. Tiivistystä on kosketeltu vain ylimalkaisesti.

Tutkimustulokset perustuvat tie- ja vesirakennuslaitoksen työntutkimustoimistojen tekemiin työntutkimuksiin. Havaintomateriaali on käsitelty materiaalin määrästä ja luonteesta riippuen, joko tilastomatematisin keinoin tai turvautumalla graafiseen tarkasteluun. Tavoitteena on ollut työnsuunnittelun tarvitsemien tietojen selvittäminen.

Tärkeimpinä tutkimustuloksina on pidettävä tiehöylän TH14 viimeistely- ja kunnossapitokapasiteettien selvittämistä. Viimeistelytasoituksen on todettu jakautuvan kahteen eri luokkaan, karkeaan ja lopulliseen viimeistelyyn, sekä kunnossapitotasoituksen viiteen työmäärältään erisuuruiseen tasoitustasasteeseen. Jokaiselle tasoituksen laadulle ja ryhmälle on voitu johtaa suuruudeltaan toisistaan poikkeavat kapasiteetit. Viimeistelytasoituksen kapasiteettiarvojen on todettu riippuvan käsiteltävän pinta-alan koosta, kunnossapitotasoituksen sensijaan pelkästään tasoitustasasteesta. Kunnossapidon tasoitustasasteen on todettu riippuvan työn

toistuvuudesta niin, että pieni toistuvuus edellyttää raskaita tasoituskertoja. Mielenkiintoinen havainto on se, että kunnossapitotasoituksen toistuvuuden noustessa vähenee tarvittava työmäärä laskettuna pinta-alaa ja aikayksikköä kohden.

Kastelu- ja suolauskalustolle on johdettu kuormaus- ja purkauskapasiteeteista, kuorman koosta ja ajomatkoista riippuvat kapasiteetti-arvot. Pölynäidontaan tarvittavan kasteluvesimäärän on todettu riippuvan päivälämpötilasta ja poutajakson pituudesta.

Kunnossapito- ja viimeistelytiivistystyömäärissä on todettu huomattavaa vaihtelua.

Saavutettujen tulosten voidaan katsoa likimäärin vastaavan tutkimukselle liikkeellä olevan tierakenteen sitomattoman kerroksen kunnossapito- ja viimeistelytöiden ja tapahtumien kartoittamiseksi asetettuja tavoitteita. Tutkimustulosten varmuutta ja sovellettavuutta heikentäviksi tekijöiksi on kuitenkin todettu laatuhavaintojen ja luotettavien vertailututkimusten lähes täydellinen puuttuminen. Lähinnä näistä tekijöistä johtuen on edellytetty varovaisuutta tulosten soveltamisessa, sekä vertailevan tutkimuksen tai tulosten testauksen järjestämistä ennen esitettyjen standardien käytön vakinaistamista.

SUMMARY

ABOUT FINISHING AND UP-KEEP OF UNASPHALTISIZED COURSES

The exploration handles the finishing and up-keep of the unasphaltisized courses of roads. The observations has mainly been fixed in capacity of graders in several works belonging to the subject.

Further the exploration tries to clear up capacities of several resurces in watering and dust alleviation. Compaction has been handled only on the whole.

The exploration material has been collected by the National Board of Public Roards and Waterways. The observations material has been handled depending on the quantity and quality of the material either statistically or by diagrams. The object has been to get information for workplanning.

The most important results are the explaining of the capacities of grader TH 14 (over 14 ton) in finishing and up-keep. Finishing levelling has been divided to two classes, rough and final finishing, and the up-keep levelling to five levelling degrees depending on workquantity. Each quality and group of the levelling has different capacities. The capacities of finishing levelling has been found to depend only on the handling area, and up-keep levelling only on levelling degree.

The levelling degree of up-keep has been found to depend on repeatability so that seldom repeated levelling requires heavy and deeper influenced levelling. An interesting observation is that when the repeatability of the up-keep levelling arises necessary workquantity (hour / month x area) degreases. To watering and salting machinary has been counted the capacities depending on the size of a loud and drivedistance. Wateringquantity needed to dust alleviation has been found to depend on daytemperature and the length of fine weather.

In quantities of up-keep and finishing works has been found remarkable variations.

Reached results can be supposed to correspond the objects required to clear up up-keep and finishing works and events in unasphaltisized courses. Almost complete lack of reliable comparable explorations and quality observations weakens however the certainty and adaption of the exploration. Mainly because of these reasons one supposes care in adaption and testing of the results before regular use of proposed standards.

SITOMATTOMAN KERROKSEN VIIMEISTELY JA KUNNOSSAPITO

Tutkimus käsittelee tien sitomattoman rakennekerroksen viimeistelyä ja kunnossapitoa. Päähuomio on kiinnitetty tiehöylän suorituskykyyn erilaisissa tutkimuksen aihepiiriin kuuluvissa töissä. Tämän lisäksi on pyritty selvittämään kastelun ja pölynsidontaan liittyviä eri resursien kapasiteetteja. Tiivistystä on kosketeltu vain ylimalkaisesti.

Tutkimustulokset perustuvat tie- ja vesirakennuslaitoksen työntutkimustoimistojen tekemiin työntutkimuksiin. Havaintomateriaali on käsitelty materiaalin määrästä ja luonteesta riippuen, joko tilastomatematisin keinoin tai turvautumalla graafiseen tarkasteluun. Tavoitteena on ollut työnsuunnittelun tarvitsemien tietojen selvittäminen.

Tärkeimpinä tutkimustuloksina on pidettävä tiehöylän TH14 viimeistely- ja kunnossapitokapasiteettien selvittämistä. Viimeistelytasoituksen on todettu jakautuvan kahteen eri luokkaan, karkeaan ja lopulliseen viimeistelyyn, sekä kunnossapitotasoituksen viiteen työmäärältään erisuuruiseen tasoitustasasteeseen. Jokaiselle tasoituksen laadulle ja ryhmälle on voitu johtaa suuruudeltaan toisistaan poikkeavat kapasiteetit. Viimeistelytasoituksen kapasiteettiarvojen on todettu riippuvan käsiteltävän pinta-alan koosta, kunnossapitotasoituksen sensijaan pelkästään tasoitustasasteesta. Kunnossapidon tasoitustasasteen on todettu riippuvan työn

toistuvuudesta niin, että pieni toistuvuus edellyttää raskaita tasoituskertoja. Mielenkiintoinen havainto on se, että kunnossapitotasoituksen toistuvuuden noustessa vähenee tarvittava työmäärä laskettuna pinta-alaa ja aikayksikköä kohden.

Kastelu- ja suolauskalustolle on johdettu kuormaus- ja purkauskapasiteeteista, kuorman koosta ja ajomatkoista riippuvat kapasiteetti-arvot. Pölynäsidontaan tarvittavan kasteluvesimäärän on todettu riippuvan päivälämpötilasta ja poutajakson pituudesta.

Kunnossapito- ja viimeistelytiivistystyömäärissä on todettu huomattavaa vaihtelua.

Saavutettujen tulosten voidaan katsoa likimäärin vastaavan tutkimukselle liikkeellä olevan tierakenteen sitomattoman kerroksen kunnossapito- ja viimeistelytöiden ja tapahtumien kartoittamiseksi asetettuja tavoitteita. Tutkimustulosten varmuutta ja sovellettavuutta heikentäviksi tekijöiksi on kuitenkin todettu laatuhavaintojen ja luotettavien vertailututkimusten lähes täydellinen puuttuminen. Lähinnä näistä tekijöistä johtuen on edellytetty varovaisuutta tulosten soveltamisessa, sekä vertailevan tutkimuksen tai tulosten testauksen järjestämistä ennen esitettyjen standardien käytön vakinaistamista.

SUMMARY

ABOUT FINISHING AND UP-KEEP OF UNASPHALTISIZED COURSES

The exploration handles the finishing and up-keep of the unasphaltisized courses of roads. The observations has mainly been fixed in capacity of graders in several works belonging to the subject.

Further the exploration tries to clear up capacities of several resurces in watering and dust alleviation. Compaction has been handled only on the whole.

The exploration material has been collected by the National Board of Public Roards and Waterways. The observations material has been handled depending on the quantity and quality of the material either statistically or by diagrams. The object has been to get information for workplanning.

The most important results are the explaining of the capacities of grader TH 14 (over 14 ton) in finishing and up-keep. Finishing levelling has been divided to two classes, rough and final finishing, and the up-keep levelling to five levelling degrees depending on workquantity. Each quality and group of the levelling has different capacities. The capacities of finishing levelling has been found to depend only on the handling area, and up-keep levelling only on levelling degree.

The levelling degree of up-keep has been found to depend on repeatability so that seldom repeated levelling requires heavy and deeper influenced levelling. An interesting observation is that when the repeatability of the up-keep levelling arises necessary workquantity (hour / month x area) degreases. To watering and salting machinary has been counted the capacities depending on the size of a loud and drivedistance. Wateringquantity needed to dust alleviation has been found to depend on daytemperature and the length of fine weather.

In quantities of up-keep and finishing works has been found remarkable variations.

Reached results can be supposed to correspond the objects required to clear up up-keep and finishing works and events in unasphaltisized courses. Almost complete lack of reliable comparable explorations and quality observations weakens however the certainty and adaption of the exploration. Mainly because of these reasons one supposes care in adaption and testing of the results before regular use of proposed standards.

